

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций»
УДК 622.691.4-042.52:621.31.031-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Гурьянов М. Д.		04.06.2018

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		04.06.2018

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОСГН	Макашева Ю. С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОКД	Абраменко Н. С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		04.06.2018

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового промыслового оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, , ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е).
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

(Подпись) _____ (Дата) Брусник О.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Гурьянову Михаилу Дмитриевичу

Тема работы:

«Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3031/с от 27.04.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

21.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования является ГРС с. Молчаново с технически возможной производительностью 10000 м³/ч и непрерывным режимом работы. Исследуемая ГРС является опасным производственным объектом. В данной работе рассмотрен метод повышения эффективности работы ГРС. Работа направлена на обеспечение автономного электроснабжения ГРС.

Влияние на окружающую природную среду оказывают возникающие при авариях на ГРС утечки газа.

В работе выполнен экономический анализ мероприятий по повышению эффективности работы ГРС с. Молчаново

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. провести аналитический обзор литературных источников, посвященных эксплуатации ГРС;</p> <p>2. провести анализ методов повышения эффективности работы ГРС, обеспечивающих автономное электроснабжение, на примере ГРС с. Молчаново;</p> <p>3. провести расчет располагаемой мощности ГРС, которую возможно получить, внедрив турбодетандерную установку, на примере ГРС с. Молчаново;</p> <p>4. сделать выводы по проделанной работе.</p> <p>Дополнительные разделы:</p> <p>1. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».</p> <p>2. «Социальная ответственность»;</p>
--	--

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Нет
---	-----

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>
--

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Макашева Юлия Сергеевна, ассистент ОСГН
«Социальная ответственность»	Абраменко Никита Сергеевич, ассистент ОКД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник Олег Владимирович	к. т. н., доцент		01.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Гурьянов Михаил Дмитриевич		01.02.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕ- РЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Гурьянову Михаилу Дмитриевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработ- ки»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций.
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико экономическое обоснование целесообразности внедрения нового решения, а именно установки турбодетандерной электрогенерирующей установки на ГРС, сравнительный анализ эффективности установки по сравнению работы с электроснабжением по линиям электропередач.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	График выполнения работ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности внедрения нового решения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Структура затрат на выполнение работ;
2. Линейный календарный график выполнения работ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОСГН	Макашева Ю. С.			29.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Гурьянов Михаил Дмитриевич		29.03.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Гурьянову Михаилу Дмитриевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	<p>Объектом данного исследования является ГРС с. Молчаново, предназначенная для снабжения газом потребителей.</p> <p>На объекте используются и транспортируются взрывоопасные вещества (природный газ).</p> <p>При возникновении аварий на данном объекте возможны большие утечки газа, что негативно влияет на окружающую среду.</p> <p>Взрыв газа на объекте может стать причиной чрезвычайной ситуации.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ вредных факторов, возникающих на объекте исследования	<p>Проанализировать выявленные вредные факторы при эксплуатации ГРС в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата; – повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; – физические и нервно-психические перегрузки; – недостаточная освещенность на рабочем месте.
2. Анализ опасных факторов, возникающих на объекте исследования	<p>Проанализировать выявленные опасные факторы при эксплуатации ГРС в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток; – механические опасности; – пожаровзрывобезопасность.
3. Охрана окружающей среды	<p>Проанализировать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – воздействие объекта на селитебную зону; – воздействие объекта на атмосферу; – воздействие объекта на гидросферу;

	– <i>воздействие объекта на литосферу;</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> – <i>рассмотреть возможные ЧС на объекте;</i> – <i>выбрать наиболее типичную ЧС на объекте;</i> – <i>рассмотреть меры по предотвращению ЧС.</i>
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<p>Рассмотреть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>специальные правовые нормы трудового законодательства;</i> – <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.04.2018
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОКД	Абраменко Н. С.			02.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Гурьянов Михаил Дмитриевич		02.04.2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Уровень образования бакалавриат

Отделение нефтегазового дела

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.02.2018	<i>Состояние вопроса исследования</i>	10
22.02.2018	<i>Общие сведения об объекте исследования</i>	10
28.03.2018	<i>Анализ методов автономного электроснабжения газораспределительных станций</i>	30
05.04.2018	<i>Расчет располагаемой мощности ГРС с. Молчаново, которую возможно получить с турбодетандерной установки</i>	15
28.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
29.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
30.05.2018	<i>Заключение</i>	5
02.06.2018	<i>Презентация</i>	10
ИТОГО:		100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к. п. н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 86 страниц, 25 рисунков, 12 таблиц, 41 источник.

Ключевые слова: газораспределительная станция, газопровод, система электроснабжения, автономное электроснабжение, турбодетандерная установка.

Объектом исследования является газораспределительная станция с. Молчаново

В процессе исследования проводился анализ метода повышения эффективности работы газораспределительных станций – автономного электроснабжения. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности эксплуатации ГРС и охране окружающей среды.

В результате исследования был выполнен расчет располагаемой мощности ГРС, которую можно получить, внедрив турбодетандерную электрогенерирующую установку.

Степень внедрения: исследованный метод повышения эффективности работы газораспределительных станций является эффективным и уже имеет распространение на некоторых станциях Украины, Беларуси и России.

Область применения: газораспределительные станции.

Экономическая эффективность/значимость работы: затраты на приобретение, а также монтаж установки на ГРС за 3-4 года окупаются на сэкономленной электроэнергии.

В будущем планируется анализ и исследование технологических схем для более удобного и простого расположения турбодетандерной установки, а также выбор мероприятий по подогреву газа до входа в турбодетандер.

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Реферат	Лит	Лист
Руковод.		Брусник О. В.					10
Консульт.						НИ ТПУ	
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ИШПР	
						ГРУППА	
						2Б4А	

СОКРАЩЕНИЯ

В данной выпускной квалификационной работе применены следующие сокращения:

АГРС – автоматическая газораспределительная станция;
 АРМ – автоматизированное рабочее место;
 БК-ГРС – блочно-комплектная газораспределительная станция;
 БЭУ – блок электронного управления;
 ГРС – газораспределительная станция;
 ДГА – детандер-генераторный агрегат;
 КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;
 КПД – коэффициент полезного действия;
 ЛЭП – линии электропередач;
 МГ – магистральный газопровод;
 НТД – нормативно-техническая документация;
 СНИП – санитарные нормы и правила;
 ТЭГ – термоэлектрогенератор;
 УТДУ – утилизационная трубодетандерная установка.

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Сокращения	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О. В.					II	
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	17
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	19
1.1 Общие сведения об объекте исследования.....	19
1.2 Характеристика района размещения объекта исследования.....	20
1.3 Газораспределительные станции, назначение и функции	22
1.4 Классификация газораспределительных станций	23
2 АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	30
2.1 Основные узлы ГРС	30
2.2 Методы и технологии автономного электроснабжения	39
2.3 Внедрение турбодетандерной установки	44
3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	51
3.3 Оценка располагаемой мощности ГРС	51
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	61
4.1 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ	61
4.2 Расчет сметной стоимости работ.....	63
4.3 Обоснование экономической эффективности проекта	70
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	71
5.1 Производственная безопасность	71
5.2 Анализ вредных производственных факторов, возникающих на объекте исследования.....	72
5.3 Анализ опасных производственных факторов, возникающих на объекте исследования.....	75

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Оглавление	Лит	Лист
Руковод.		Брусник О. В.					12
Консульт.						НИ ТПУ	
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ИИПР	
						ГРУППА	
						2Б4А	

5.4 Экологическая безопасность.....	77
5.4.1 Анализ воздействия объекта на литосферу.....	77
5.4.2 Анализ воздействия объекта на гидросферу.....	78
5.4.3 Анализ воздействия объекта на атмосферу.....	78
5.4.4 Анализ воздействия объекта на селитебную зону.....	79
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	79
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечение безопасности ...	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	83

					Оглавление	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

ВВЕДЕНИЕ

Магистральный трубопроводный транспорт газа является единой цепочкой сложных технологических процессов, которая стала важной составляющей топливно-энергетического комплекса России. Магистральный транспорт газа закрепил за собой важную роль в экономике страны. С каждым годом происходит увеличение объемов транспортировки газа, проектируются и строятся новые газопроводы. Все это влечет за собой потребность в расширении штата сотрудников и увеличение налоговых отчислений в государственный бюджет. Кроме того, трубопроводный транспорт является важным механизмом, позволяющим расширять и реализовать государственную политику, путем поставки транспортируемого газа потребителям на внутренний и внешний рынки.

Одной из компаний располагающей самой крупной в мире газотранспортной системой, является публичное акционерное общество «Газпром». Основная часть системы ПАО «Газпром» входит в состав единой системы газоснабжения России. Это комплекс обеспечивающий непрерывный цикл поставки газа с месторождений до потребителей, он включает в себя объекты, обеспечивающие добычу, переработку, а также транспортировку, хранение и распределение газа в европейской части России и Западной Сибири [1].

Как говорилось выше, транспорт газа – единая цепочка сложных технологических процессов. Транспортировка начинается с месторождений, с которых газ проходит через газосборный пункт по промысловому коллектору на установку подготовки газа, здесь в свою очередь производится очистка от механических примесей, сероводорода, углекислого газа, а также осушка газа. Затем газ поступает на головную компрессорную станцию, на которой так же происходит очистка и осушка газа, но важным здесь является повышение дав-

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Введение	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О. В.					14	
Консульт.						НИ ТПУ ИИПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

ления до рабочего. Далее газ проходит в магистральный газопровод (МГ), откуда уже и происходит распределение по городским, промышленным и поселковым системам газоснабжения, благодаря комплексу технологического оборудования, называемым газораспределительной станцией. Газораспределительная станция (ГРС) является конечным участком МГ, представляет из себя условную границу между городскими и магистральными газопроводами.

Газораспределительная станция – совокупность технологического оборудования и систем для регулирования давления и расхода, очистки, подогрева и одоризации (при необходимости), а также измерения количества газа перед подачей потребителю.

Актуальность

При проектировании и строительстве новых объектов, а также при модернизации уже существующих объектов, возникает вопрос электроснабжения каждого технологического сооружения. Это безусловно касается крупных станций электрохимической защиты и газораспределительных пунктов, расположенных на больших расстояниях от населенных пунктов. В связи с этим проблематично выполнить подключение объектов газораспределения к сетям центрального электроснабжения, а также это может быть дорогостоящим мероприятием. Приходится решать задачу электроснабжения и при установке систем телемеханики на объектах, существующих. Поэтому поиск технических решений, связанных с автономным электроснабжением газораспределительных станций становится актуальной задачей.

Газораспределительные станции являются объектами энергообеспечения и вопрос здесь остается лишь в том: «как преобразовать один вид энергии в другой?». Ведь природный газ и так используется для выработки электроэнергии, происходит транспортировка газа с пункта распределения в генерирующую компанию, где за счет сжигания газа вырабатывается электроэнергия. Затем электроэнергия возвращается обратно на объект газораспределения. И здесь происходят технологические потери энергии.

					Введение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Таким образом, актуальным решением данной проблемы будет использование автономного электроснабжения газораспределительных станций магистральных газопроводов. Это позволит сэкономить газ, который необходим для выработки электроэнергии, а также не оплачивать дорогостоящее подключение и не приобретать электроэнергию.

Цель – повышение эффективности работы газораспределительных станций путем реконструкции системы электроснабжения.

Объект исследования: ГРС с. Молчаново Томское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Томск»

Предмет исследования: методы, обеспечивающие автономное электроснабжение газораспределительных станций.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить основные нормативные требования по технической эксплуатации газораспределительных станций;
- анализ методов автономного электроснабжения;
- выбор оптимального метода по обеспечению автономного электроснабжения газораспределительных станций;
- произвести расчет располагаемой мощности ГРС с. Молчаново.

					Введение	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В России уделяется внимание таким вопросам, как энергосбережение и энергоэффективность. Начиная с 2008 года Правительство Российской Федерации активно разрабатывает программы социально-экономического развития (Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 №1662-р (ред. От 10.02.2017) «О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»), энергетические программы (Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 №1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года»). Важным является Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», определяющий правовые, экономические и организационные основы повышения энергосбережения и энергоэффективности [2]. Документы имеют цель максимально эффективного использования энергоресурсов, а также потенциала сектора энергетики, что влечет за собой устойчивый рост экономики, улучшение качества жизни населяющих территорию государства людей и укрепление позиций страны на уровне внешней экономики [3].

ПАО «Газпром» принимает участие в разработке энергосберегающих мероприятий в различных сферах использования природного газа, благодаря принятой в 2011 году программы – «Программа инновационного развития ПАО «Газпром» до 2020 года. В 2016 году появилась «Программа инновационного развития ПАО «Газпром» до 2025 года. Актуализированная версия, является действующим инструментом, обеспечивающим достижение лидирующей позиции на рынке, а также постоянное повышение уровня развития как технологического, так и организационного.

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Обзор литературы	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О. В.					17	
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

Г. А. Фокин, в своей монографии «Автономные источники электрической и тепловой энергии для магистральных газопроводов и газораспределительных станций», описал влияние и место ГРС в Единой системе газоснабжения РФ. Обозначив основные функции ГРС и классификацию можно сделать вывод о великой значимости ГРС в составе объектов транспорта газа, как промежуточного сооружения между распределительными и магистральными газопроводами. Автор уделяет внимание вопросу потребностей ГРС в электричестве, зависящих от ряда факторов, к примеру, можно отнести функциональное назначение, местоположение, габаритные размеры, температура воздуха и так далее. Рассмотрены методы, позволяющие автономное электроснабжение в газовой промышленности, такие как: термоэлектрогенераторы, топливные элементы, солнечные панели и фотоэлементы, ветрогенераторы, газовые двигатели, минитурбинные генераторы, детандер-генераторные электроагрегаты [4]. Сравнивая все технологии, выделяются проблемы, связанные с внедрением этих методов на ГРС: технические характеристики, массогабаритные показатели, надежность, а также принцип действия.

					Обзор литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Общие сведения об объекте исследования

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является газораспределительная станция, находящаяся в селе Молчаново (Молчановский район, Томская область).

Общие сведения об объекте исследования представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Общие сведения ГРС с. Молчаново

Наименование	ГРС с. Молчаново
Эксплуатирующая организация	ООО «Газпром трансгаз Томск»
Филиал эксплуатирующей организации	Томское ЛПУМГ
Инвентарный номер ГРС	000038242
Проектная организация	Газпроект г. Санкт-Петербург
Расстояние от ГРС до Филиала ЭО по автомобильной дороге, км	79
Дата ввода в эксплуатацию	21.12.2011г.
Форма обслуживания	Надомная
Количество операторов	2
Диаметр входного газопровода, мм	108
Диаметр выходного газопровода, мм	219

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Общая часть	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О. В.					19	
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

Продолжение таблицы 1.1

Проектное давление газа на входе ГРС, МПа	5,5
Рабочее давление газа на входе ГРС, МПа	5,5
Рабочее давление газа на выходе ГРС, МПа	0,6
Проектная производительность ГРС, тыс. м ³ /ч	10
Технически возможная производительность ГРС, тыс. м ³ /ч	10
Перечень потребителей	Котельная с. Молчаново Котельная больницы с. Молчаново

1.2 Характеристика района размещения объекта исследования

Объект исследования расположен в селе Молчаново, являющегося административным центром Молчановского района, входящего в состав Томской области.

Томская область, протяженностью около 600 км с севера на юг и около 780 км с запада на восток, занимает часть юго-востока Западно-Сибирской равнины [5]. Субъекты, граничащие с областью, представлены на рисунке 1.1.

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20



Рисунок 1.1 – Границы Томской области

Томская область имеет богатые природные ресурсы (нефть, природный газ, черные и цветные металлы, бурый уголь, торф), большая часть которых считается разведанными.

Область имеет исключительную равнинность. Высоты варьируются от 274м до 34 м над уровнем моря. Большую площадь составляют леса, болота, реки и озера. Областные реки составляют бассейн реки Обь, проходящую по области от юго-востока до северо-запада, делящую территорию области на две практически одинаковые составляющие. По левую сторону Оби находится Васюганское болото – крупнейшее в мире. Правая сторона характеризуется меньшей заболоченностью и лучшей заселенностью [6].

Континентальный климат, характеризующийся равномерным увлажнением, имеющий короткое и теплое лето, но продолжительную и холодную зиму, а также поздние весенние и ранние осенние заморозки, все это описывает климатические условия Томской области.

1.3 Газораспределительные станции, назначение и функции

По данным [7]:

«ГРС предназначены для редуцирования газа при его поставке газораспределительным организациям, коммунально-бытовым и промышленным потребителям (далее - потребителям) с заданными давлением, расходом, необходимой степенью очистки, одоризации, учетом расхода газа, и, при необходимости, контроля качественных показателей.»

Поэтому можно сделать вывод о том, что основное назначение газораспределительных станций, это обеспечение потребителей газом. Основные потребители газа:

- собственные нужды объектов газонефтяных месторождений;
- собственные нужды объектов компрессорных станций;
- объекты малых, средних и крупных населенных пунктов, городов;
- электростанции;
- промышленные предприятия.

Газораспределительная станция состоит из основных узлов, блоков:

- переключения;
- очистки газа;
- предотвращения гидратообразования;
- редуцирования;
- учета коммерческого газа и газа на собственные нужды;
- одоризации газа;
- отбора газа на собственные нужды;
- подготовки импульсного газа и КИПиА.

На данном объекте в совокупности со всеми узлами выполняется ряд определенных функций:

1. Очистка газа от конденсата и механических примесей;
2. Подогрев газа;

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

3. Редуцирование газа до заданного давления и поддержание его с заданной точностью;

4. Многосуточная регистрация расхода и учет газа;

5. Пропорциональная расходу газа одоризация, перед подачей потребителю.

Также возможна подача газа потребителю, минуя основные блоки ГРС, через обводную линию на узле переключения, в соответствии с требованиями НТД.

Помимо основных узлов ГРС, выполняющих определенные функции, существуют также и различные системы, обеспечивающие:

- автоматическое управление;
- электроснабжение;
- связь и телемеханику;
- защиту от коррозии;
- контроль загазованности;
- молниезащиту;
- заземление;
- отопления и вентиляцию;
- водоснабжение и канализацию.

1.4 Классификация газораспределительных станций

Все ГРС можно классифицировать по признакам, таким как [8]:

- производительность;
- форма обслуживания;
- вид энергообеспечения;
- конструктивный признак (схема исполнения);
- уровень автоматизации.

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Выделяют три группы ГРС, характеризующиеся разной производительностью, представленные на рисунке 1.2 [9].



Рисунок 1.2 – Группы ГРС в зависимости от производительности

- малой производительности – 1,0-50,0 тыс. м³/ч (к примеру: ГРС «Урожай-5;10;20;50», ГРС «Саратов-1;5;10;20;50», ГРС «Исток-5», ГРС «Исток», ГРС «Снежеть», ГРС-БКУ 1;2;5,5;10;20;50, БК ГРС-10;20;40);
- средней производительности – 50,0-160,0 тыс. м³/ч (к примеру: ГРС «Урожай» (от 50 тыс. м³/ч), ГРС «Исток», ГРС/БКУ 100, БК ГРС-80;160);
- большой производительности – 160,0-1000,0 тыс. м³/ч и более (к примеру: ГРС «Урожай» (может производиться с производительностью до 500 тыс. м³/ч), БК ГРС-320, ГРС-БКУ 100 (свыше 100 тыс. м³/ч производятся по спецзаказу)).

Также выделяют еще одну группу ГРС, которую характеризует производительность менее 1 тыс. м³/ч, называемую «мини ГРС». Примерами ГРС такого типа будут ГРС «Урожай-0,1», ГРС «Саратов-0,1» [10].

По форме обслуживания выделяют ГРС, представленные на рисунке 1.3.

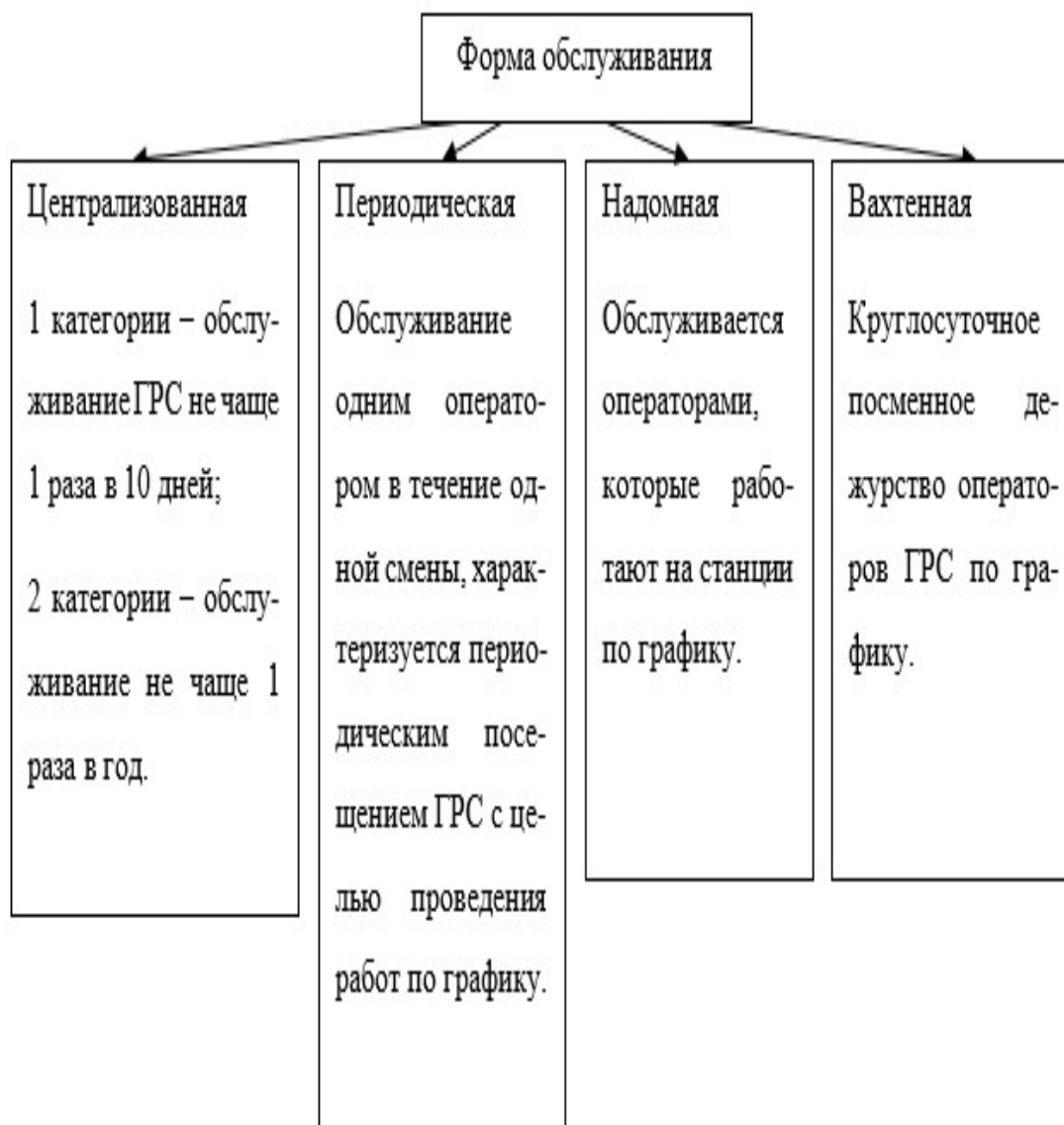


Рисунок 1.3 – Формы обслуживания ГРС

По виду энергообеспечения бывают ГРС двух видов, представленных на рисунке 1.4.

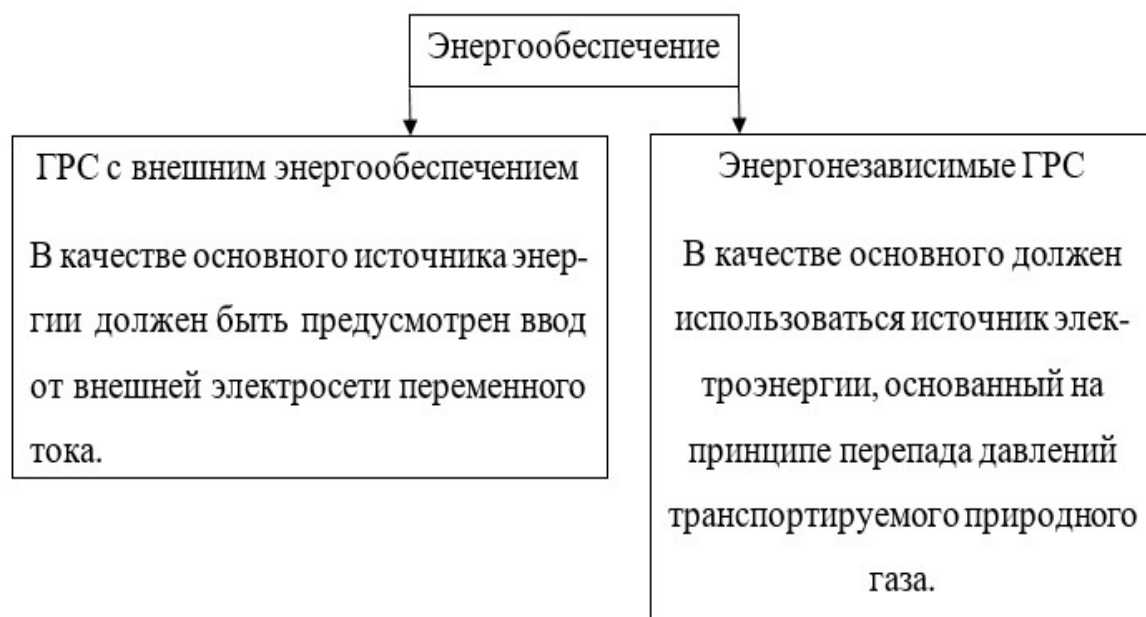


Рисунок 1.4 – Виды ГРС по энергообеспечению

По конструктивному признаку газораспределительные станции принято разделять на виды, представленные на рисунке 1.5 [11].

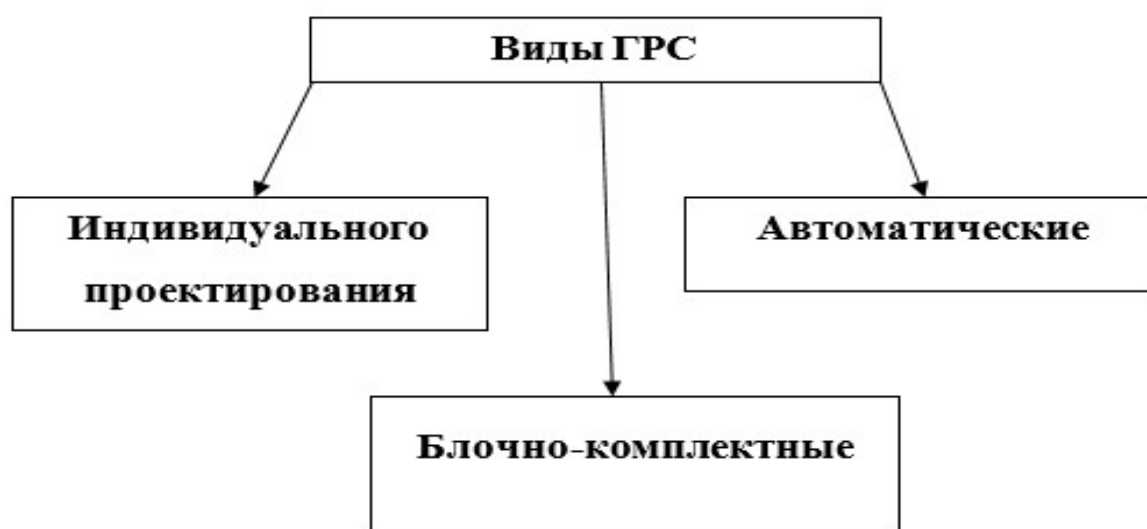


Рисунок 1.5 – Классификация ГРС по конструктивному признаку

Итак, разберемся, что же представляет каждый вид. Начнем по порядку с ГРС индивидуального проектирования. Данный вид станций, включает в себя станции располагающиеся рядом с крупными населенными пунктами. Проектируются специализированными проектными организациями, согласно прави-

лам технологического проектирования, действующим нормам и разделам СНиП. Характеризуется данный вид лучшими бытовыми и технологическими условиями для персонала, обслуживающего станцию.

Следующий вид – блочно-комплектные ГРС. Конструктивно данный вид состоит из блок-боксов, выполненных из заводских трехслойных панелей. Блок-боксы имеют установленное оборудование для работы ГРС. Максимальная масса блок-бокса – 12 тонн. Предназначены для снабжения газом населенных пунктов, городов и предприятий от магистрального газопровода с давлением от 1,2 до 5,5 МПа и поддержанием выходного давления в пределах 0,3, 0,6, 1,2 МПа [12].

Поставкой всех компонентов БК-ГРС занимается завод-изготовитель. После доставки комплектации выполняется монтаж блоков и оборудования. Выполняются соединения блоков с помощью газопроводов и кабелей. Также необходимо обеспечить функционирование систем отвечающих за полноценную работу ГРС.

Выделяют БК-ГРС следующих разновидностей:

1. С одной линией выхода к потребителям:

1.1. Типоразмера БК-ГРС-I-30;

1.2. Типоразмера БК-ГРС-I-80;

1.3. Типоразмера БК-ГРС-I-150;

2. С двумя линиями к потребителям:

2.1. Типоразмера БК-ГРС-II-70;

2.2. Типоразмера БК-ГРС-II-130;

2.3. Типоразмера БК-ГРС-II-160.

В данных типоразмерах значения в модификациях указывают на производительность газораспределительной станции, к примеру:

- БК-ГРС-I-30 – блочно-комплектная газораспределительная станция, с одной линией выхода к потребителям, с производительностью 30 тыс. м³/ч.

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Итак, рассмотрим последний вид – автоматические газораспределительные станции. Функционально выполняют такие же действия, как и станции других видов: понижение высокого давления газа, не содержащего конденсата и механических примесей, до установленного и поддержание его с определенной точностью, а также подготовка газа перед подачей к потребителю в соответствии с требованиями НТД. Конструктивно состоит из тех же технологических узлов, что и станции других видов (индивидуальные, блочно-комплектные). Основное отличие заключается в том, что автоматические газораспределительные станции функционируют без непосредственного участия оператора [13]. Недостатки данного вида ГРС указаны на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Основные конструктивные недостатки эксплуатации АГРС

По уровню автоматизации виды ГРС представлены на рисунке 1.7.

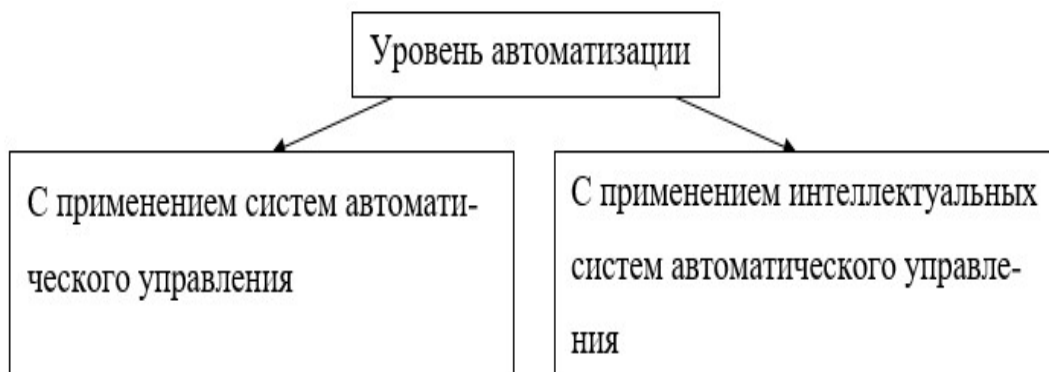


Рисунок 1.7 – Виды ГРС по уровню автоматизации

2 АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

2.1 Основные узлы ГРС

Основные узлы газораспределительной станции указаны на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Структурная схема ГРС, включающая основные узлы и системы

Технологическая схема ГРС в общем виде, выглядит так, как на рисунке 2.2.

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Анализ методов автономного электроснабжения	Лит	Лист
Руковод.		Брусник О. В.					30
Консульт.						НИ ТПУ	
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ИШПР	
						ГРУППА 2Б4А	

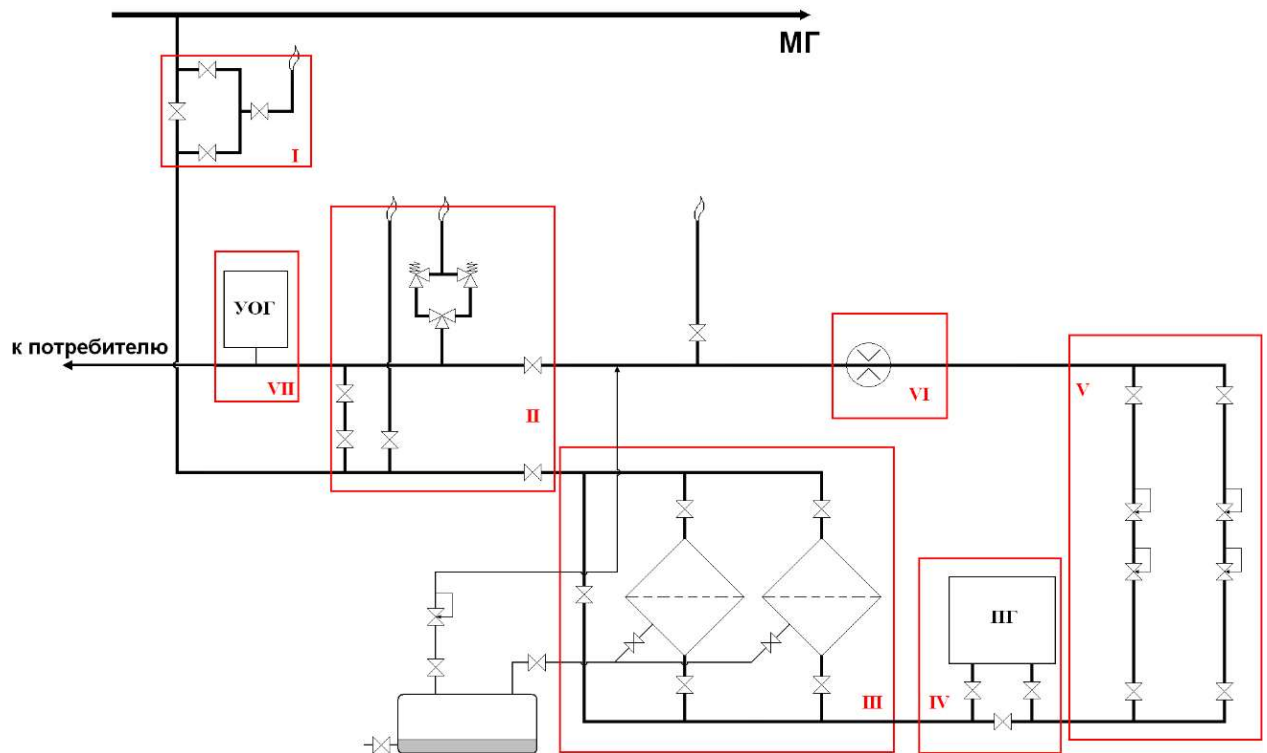


Рисунок 2.2 – Технологическая схема ГРС:

I – охранный крановый узел ГРС; II – узел переключения; III – узел очистки газа; IV – узел предотвращения гидратообразования; V – узел редуцирования; VI – узел учета газа; VII – узел одоризации газа

Рассмотрим основные узлы ГРС расположенные по ходу газа на технологической схеме:

I. Охранный крановый узел ГРС.

Располагаемый на газопроводе-отводе от МГ или в конце МГ на расстоянии 300...1000 м от ГРС. Предназначен он для: отключения ГРС от МГ (кран №1); стравливания газа с ГРС (путь А); стравливания газа с участка МГ между соседними кранами (путь Б); выравнивания давления перед открытием крана №1 (путь В). Схема узла представлена на рисунке 2.3.

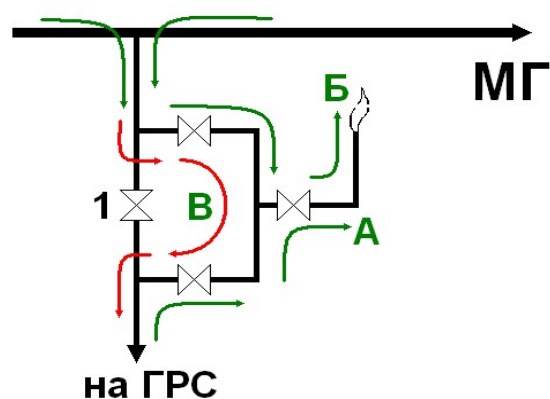


Рисунок 2.3 – Схема охранного кранового узла

II. Узел переключения.

Позволяет переключать поток газа на регулирование давления газа, с автоматического на ручное, по обводной линии, а также для отключения ГРС и защиты выходного газопровода от превышения давления выше установленной величины [14]. Необходимо чтобы узел располагался в тёплом помещении или под навесной крышей. В зависимости от выбранного типа оборудования, проектная организация определяет расположение узла. Функциональные элементы данного узла: обводная линия (байпас), включающая в себя два запорных органа: отключающий кран (№3) и кран-регулятор или задвижка (№4) для дросселирования; продувочная линия (№5) для стравливания газа с участка от охранного до входного крана ГРС; предохранительные клапаны на трехходовом кране (автоматическая защита от кратковременного превышения давления путем сброса излишек в атмосферу); входной (№1) и выходной (№2) кран ГРС для отключения станции и потребителей от газоснабжения. Схема узла присутствует на рисунке 2.4.

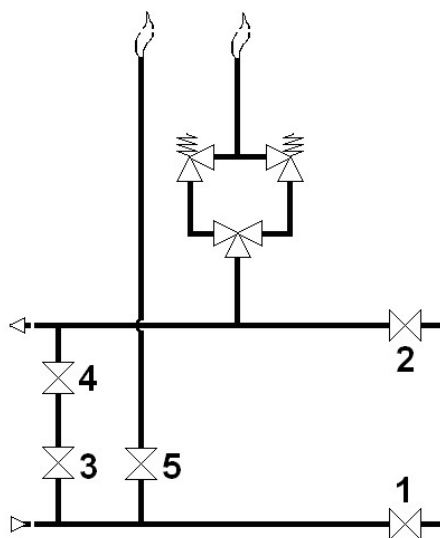


Рисунок 2.4 – Схема узла переключения

Требования предъявляемые к узлу переключения:

- наличие контрольно-измерительных приборов по давлению;
- обводная линия должна быть закрыта. Обязательно опломбирование запорной арматуры персоналом ГРС;
- трехходовой кран в рабочем положении открыт (возможно применение двух ручных заблокированных кранов (один закрыт, другой открыт));
- предохранительные клапаны должны быть установлены так, чтобы было возможно опробовать и производить регулирование без их снятия. По графику, не реже чем два раза в год, обязательно производится проверка и настройка предохранительных клапанов;
- персонал ГРС в зимнее время должен обеспечивать доступ к арматуре, приборам узла, производя очистку проходов от снега.

III. Узел очистки газа.

Необходим для того, чтобы избежать проникновение влаги и примесей в газопроводы и устройства ГРС, к потребителям. Здесь происходит удаление механических примесей и капельных жидкостей из природного газа в емкость сбора конденсата. Функциональные элементы узла: фильтрующий элемент (минимум два, один рабочий, один резервный); обводная линия; емкость сбора

конденсата. В качестве очистных устройств используются мультициклонные пылеуловители, газосепараторы, фильтры-осушители, сетчатые фильтры или другое пылевлагоулавливающее оборудование. Схема узла представлена на рисунке 2.5.

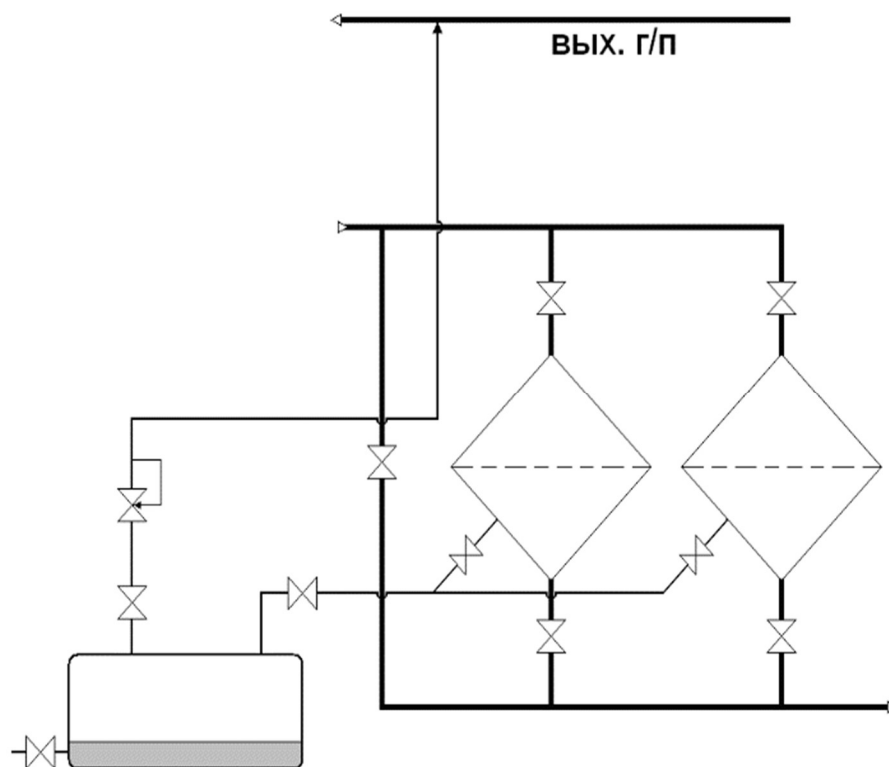


Рисунок 2.5 – Схема узла очистки газа

IV. Узел предотвращения гидратообразования.

Служит для того, чтобы не допустить обмерзание арматуры и образование кристаллогидратов в газопроводах. Предотвратить это возможно с помощью общего или частичного подогрева газа в подогревателях, местным обогревом корпусов регуляторов давления, а также ввод метанола в коммуникации, если образовались гидратные пробки. Данный узел должен обеспечить на выходе газа температуру не ниже минус 10°C , на пучинистых грунтах не ниже 0°C . Трубопроводы и арматура на выходе из подогревателей, как правило, защищены тепловой изоляцией [15].

Существуют подогреватели огневые (к примеру: ПГА-5 и ПГА-10) и водяные (к примеру: ПГ-10 и ПТПГ-30). Первый тип относится к подогревателям

прямого действия, а второй – с промежуточным теплоносителем. Огневые подогреватели состоят из: корпуса, огневой камеры, змеевика, горелки, запальника, дымовой трубы, блока автоматики и регулирования. Функционирование заключается в том, что пламя горелки направляется на стенки огневой камеры. Раскалившись, стенки излучают тепло и нагревают змеевик, по которому течет газ. Верхняя часть змеевика нагревается теплотой отходящих газов. Водяной подогреватель изображен на рисунке 2.6.

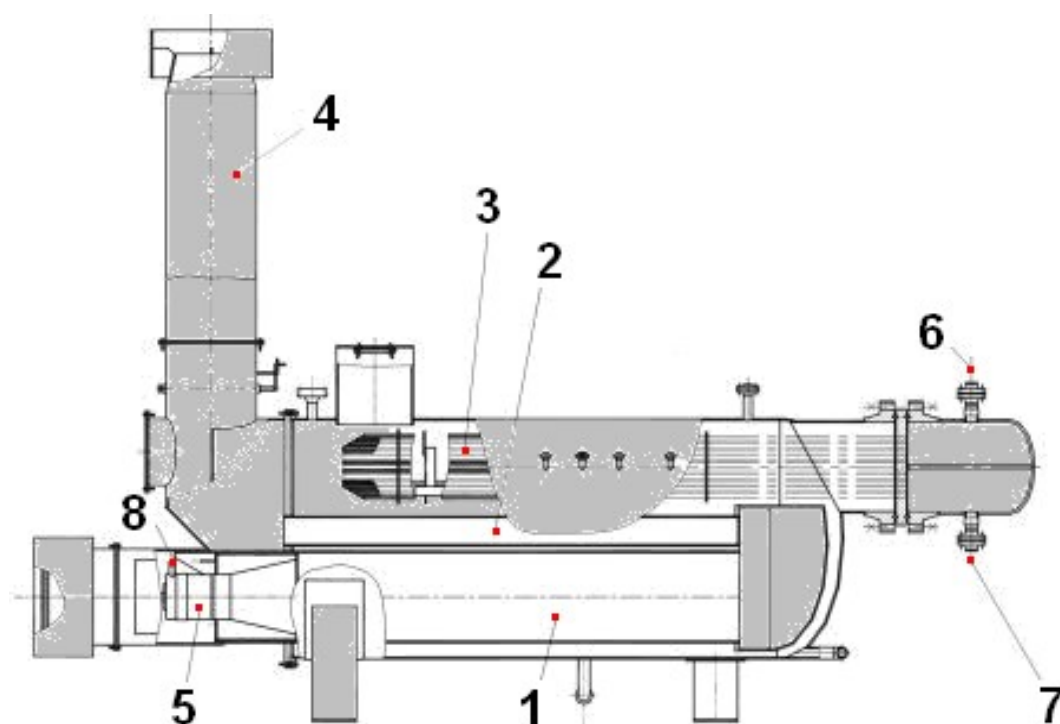


Рисунок 2.6 – Устройство водяного подогревателя:

1 – жаровая труба; 2 – дымогарные трубы; 3 – трубный пучок; 4 – дымовая труба; 5 – горелка; 6 – вход газа; 7 – выход газа; 8 – подача топливного газа

Принцип действия заключается в распространении пламени горелки в цилиндрической жаровой трубе внизу подогревателя. Продукты горения из жаровой трубы поступают в пучок дымогарных труб, а затем в дымовую трубу. Дымогарные трубы нагревают промежуточный теплоноситель, состоящий из диэтиленгликоля и воды, который нагревает газ, проходящий по трубному пучку.

V. Узел редуцирования газа.

Задача узла состоит в снижении и автоматическом поддержании заданно-

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

го давления в линии потребителя. Редуцирование газа на ГРС осуществляется:

- две линии редуцирования, которые имеют одинаковую производительность, а также одинаковую по типу арматуру запорно-регулирующего назначения. Одна линия в работе, другая в резерве;
- три линии редуцирования, которые имеют одинаковую по типу арматуру запорно-регулирующего назначения (каждая линия производительностью 50%). Две линии в работе, одна в резерве (50%);
- используется линия постоянного расхода. Производительность 35-40% от расхода ГРС. Оснащена линия дросселем нерегулируемого типа;
- в летний период, а также в периоды малой загруженности при начале эксплуатации ГРС, возможно использование линии малого расхода.

Главным устройством на узле редуцирования, является регулятор давления, это устройство, автоматически поддерживающее заданное давление газа в контрольной точке путем изменения степени открытости дроссельного органа. В общем регулятор состоит из: датчика, осуществляющего мониторинг значения величины, которую необходимо регулировать и подающего сигнал к регулирующему устройству; задатчика, вырабатывающего сигнал значения величины выходного давления и передающего его к регулирующему устройству; регулирующего устройства, осуществляющего суммирование заданных и текущих значений величины, которую необходимо регулировать, и подающий сигнал к исполнительному механизму; исполнительного механизма, преобразующего командный сигнал в регулирующее воздействие и перемещение органа регулирования энергией рабочей среды.

VI. Узел учета газа.

Коммерческий учет газа, транспортируемого потребителю, производится на этом узле. Необходимо соблюдение всех требований федеральных законов, действующих НТД. Все контрольно-измерительные приборы обязательно должны проходить поверку и калибровку. Необходимо, чтобы узел обеспечивал

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

измерения с точностью, указанной в проекте работы ГРС. Учет газа производится методами [16]:

- гидродинамический – метод переменного перепада давления на сужающем устройстве (диафрагме), являющийся основным методом на ГРС;
- акустический – ультразвуковой метод;
- тахометрический – метод измерений газовыми счетчиками.

В состав узла учета газа входят: преобразователи расхода для измерения объемов и расходов газа; измерительные газопроводы; средства автоматизации, обработки, хранения и передачи данных; газоанализаторы; средства подготовки качества газа. Состав, как правило, определяется в зависимости от:

- метода измерения;
- назначения узла;
- диапазона изменений расхода газа и его заданного значения;
- давления и показателей качества газа.

VII. Узел одоризации.

Необходим для того, чтобы придать запах газу, подаваемого потребителю, с целью своевременного обнаружения по запаху его утечек. Одорант представляет из себя смесь природных меркаптанов на основе этилмеркаптана, которая является летучей высококипящей прозрачной жидкостью, обладающей запахом, который можно ощутить даже при низких концентрациях [17]. Нормой использования одоранта для природного газа является 16 г на 1000 м³ газа. На ГРС одоризацию газа осуществляют с помощью одоризационных установок: ручных капельных и автоматических (АСОГ, БОЭ). Схема ручной капельной одоризационной установки показана на рисунке 2.7.

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

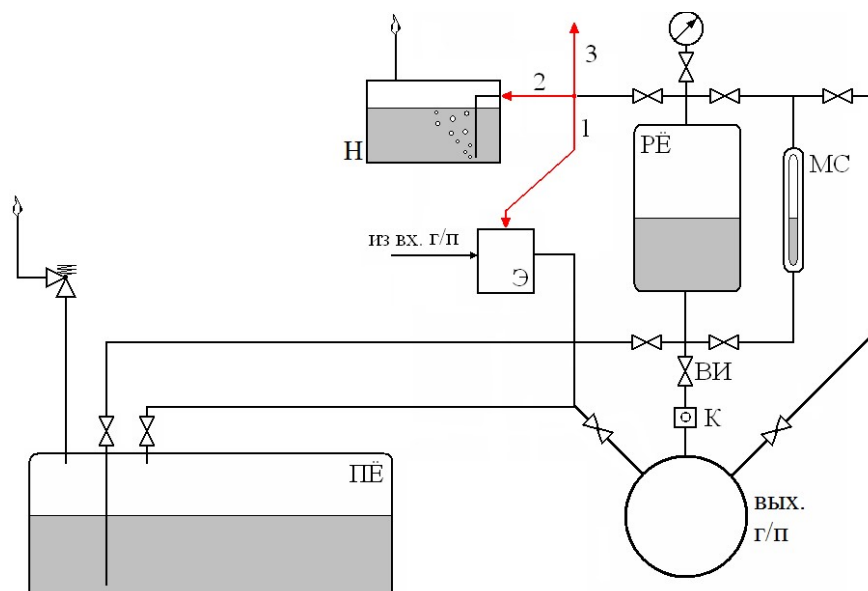


Рисунок 2.7 – Схема ручной капельной одоризационной установки:

РЁ – расходная емкость; ПЁ – подземная ёмкость; МС – мерное стекло; К – капельница; ВИ – вентиль игольчатый; Э – эжектор; Н – нейтрализатор паров; 1 – снижение до меньшего выходного давления через эжектор; 2 – сброс давления с РЁ в атмосферу через нейтрализатор; 3 – сброс на котел

Принцип работы заключается в следующем: в РЁ сверху и снизу создается одинаковое давление газа, которое равно выходному давлению, в результате чего одорант самотеком поступает в выходной газопровод. Подача одоранта регулируется с помощью ВИ, а контроль подачи – с помощью К. Контроль уровня одоранта – с помощью МС. Заправка РЁ из ПЁ осуществляется так называемым методом «передавливания». В ПЁ подается выходное давление. В РЁ давление снижается до нуля путём сброса в атмосферу через нейтрализатор (путь 2) или путем сжигания в котле (путь 3), либо снижается до меньшего выходного давления с помощью эжектора (путь 1).

Автоматические одоризационные установки состоят в основном из

- блока электронного управления (БЭУ);
- дозатора (включающего в себя фильтр, насос с электромагнитом, датчик подачи, клеммник).

Работает этот тип установок следующим образом: с БЭУ на дозатор пос-

тупает сигнал. Дозатор впрыскивает единичную дозу одоранта в выходной газопровод. Объем этой дозы фиксируется. Количество подаваемого одоранта задается варьированием интервала между впрысками в соответствии с расходом газа. Информация о расходе газа поступает на БЭУ из вычислителя расхода. Интервал между впрысками также можно задавать вручную с клавиатуры БЭУ.

2.2 Методы и технологии автономного электроснабжения

Как говорилось выше, многие ГРС требуют дорогостоящего подключения к сетям электроснабжения. Также идут технологические потери потому, что газ с ГРС идет на выработку электроэнергии в генерирующую компанию, а затем в качестве электроэнергии возвращается обратно. На ГРС возможно реализовать автономное, независимое электроснабжение (энергообеспечение). Это позволит сэкономить на затратах сжигаемого для генерации электричества газа. В данной работе будут проанализированы методы и технологии автономного электроснабжения ГРС.

На ГРС основную потребность в электричестве имеют системы автоматики, контрольно-измерительные, электрические двигатели водяных насосов, предназначенных для перемещения воды в отопительной системе станции, также в электричестве нуждаются объекты освещения и электрохимическая защита от коррозии, а точнее ее установки. Как правильно, потребляемая мощность составляет не более 10 кВт. Обычно электроснабжение ГРС обеспечивается от ближайших ЛЭП или от трансформаторных подстанций, имеющих напряжение 380/220 В.

Существуют различные методы, обеспечивающие автономное электроснабжение в газовой промышленности, которые отличаются по виду источников, по принципу действия. Эти методы представлены на рисунке 2.8.

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39



Рисунок 2.8 – Автономное электроснабжение в газовой промышленности

•Термоэлектрогенераторы, а также генераторы термоэлектрические, могут использоваться как источник независимого электроснабжения объектов и устройств, работающих в значительно удаленных регионах. Принцип работы ТЭГ заключается в том, что полупроводниковый термогенераторный модуль осуществляет процесс при котором тепловая энергия преобразуется в электрическую. Термодпары, состоящие из двух разнородных элементов, являются элементами термоэлектрического модуля, соединяющимися между собой коммутационными пластинами. Элементы представляют собой созданные на основе висмута, теллура, сурьмы и селена полупроводники. На совокупность модулей передается тепловая энергия, модули в свою очередь контактируют: одной стороной с охладителем, это «холодная» сторона; другая сторона – с источником тепла, так называемая «горячая» сторона. Генерация электрического тока происходит вследствие перепада температур между сторонами. Основной недостаток термоэлектрических модулей – низкий коэффициент полезного действия, влечет за собой создание крупногабаритных электроустановок на основе термоэлементов [18].

•Топливные электрохимические источники. Это электрохимические

генераторы, устройства, которые позволяют преобразовать химическую энергию в электрическую. Данный вид похож на электроаккумуляторный вид источника электроэнергии, но имеется ряд особых отличий: функционирование топливного элемента возможно, пока осуществляется подача топлива и окислителя из внешних источников; в процессе работы не происходит изменения химического состава топливного элемента – отсутствует необходимость перезарядки. Топливные элементы состоят из пары электродов, которые разделяет электролит. Системы подвода для обеспечения доступа топлива и окислителя на электроды. Также имеются системы позволяющие удалять продукты реакций. В практике известны топливные элементы с протонной мембраной, топливные элементы на основе фосфорной кислоты, а на основе расплавленного карбоната [19].

•Солнечная энергетика. В мировой энергетике известна отрасль, основанная на получении энергии преобразованием излучения солнца. Экологически чистая энергия от возобновляемого источника. Существует несколько способов получения энергии из излучения солнца: первый – получение электрической энергии от фотоэлементов; второй – нагрев поглощающей излучение солнца, дальнейшее перераспределение тепловой энергии, а также превращение в электроэнергию при помощи турбинных машин и электрогенераторов. Большой проблемой затрудняющей использование фотоэлементов являются явления в виде облаков, туманов, пыли и тому подобных, воздействующих не лучшим образом на спектр и интенсивность излучения солнца, а это прямым образом влияет на снижение электрической мощности. Также проблемами являются относительная дороговизна и процесс очистки элементов, поглощающих излучение, от различных загрязнений. В районах обладающих высоким мощным излучением замечается снижение эффективности фотоэлементов, возникает потребность в системах охлаждения [20].

•Ветроэнергетические источники. Набирает распространение по всему миру. Широкий диапазон мощностей ветроэлектроустановок. В случае

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

использования энергии ветра так же, как и в случае солнечной энергии, имеется большая зависимость от внешних процессов, необходимо наличие и сила ветра. Поэтому основной проблемой их внедрения является непостоянство ветра и зависимость мощности от его скорости [21].

•Газопоршневые агрегаты и установки имеют место в электроснабжении газовой промышленности. Двигатель превращает энергию сжигаемого газа в механическую энергию передаваемую на вал электрогенератора. Идея использования газопоршневых агрегатов обусловлена надежностью и экономичностью. На рисунке 2.9 изображен общий вид газопоршневого агрегата. Топливом газопоршневого электрогенератора является природный газ, подаваемый из газопровода. Особенности данного источника электроэнергии являются: стабильный электрический коэффициент полезного действия; изменения нагрузки незначительно влияют на электрический КПД; для работы требуется газ давлением ниже, чем в газотурбинных установках, поэтому нет нужды топливном компрессоре; стабильная работа в широком интервале температур; возможность неограниченного пуска и останова, не влияющего на моторесурс, практически мгновенный останов, это говорит о хорошей приспособленности газопоршневого двигателя к пиковым нагрузкам, а также о высокой маневренности. Но наряду с особенностями имеются и недостатки, среди которых: высокая удельная стоимость; выгорает жидкая смазка; затраты на сжигание природного газа [22].

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42



Рисунок 2.9 – Газопоршневой электрогенератор

•Электрогенераторы с микротурбинным приводом. Данный тип электрогенерирующих установок использует принцип работы газотурбинных установок: сжатие воздуха в компрессоре, горение топливо-воздушной смеси в камере сгорания и расширение в газовой турбине. Данная установка характеризуется высокой компактностью, большим ресурсом работы, экономичностью, наряду с этим небольшими капитальными затратами. Особенности обуславливает применение компактного электрогенератора на магнитах постоянного действия, камеры сгорания малой токсичности с возможностью использования различного топлива (природный газ, биогаз) [23].

Методы рассмотренные выше, имеют недостатки, у многих методов они схожи друг с другом. Обеспечивая автономное электроснабжения, многие из них не обеспечивают сбережения ресурсов природного газа, который уходит на сжигание в камерах сгорания микрогазотурбинных установок, а также в газопоршневых агрегатах. Зависимость от погодных условий не дает возможности постоянной генерации электричества при использовании ветроэнергетических и источников солнечной энергии. Многие методы характеризуются сложностью установки, крупногабаритностью и дороговизной.

2.3 Внедрение турбодетандерной установки

Согласно СТО Газпром 2-2.3-1081-2016 «Газораспределительные станции. Общие технические требования»:

«На энергонезависимых ГРС в качестве основного должен использоваться источник электроэнергии, основанный на принципе перепада давлений транспортируемого природного газа.»

На основе данного принципа работают турбодетандерные установки (также известны наименования детандер-генераторный агрегат, турбодетандерный электрогенераторный агрегат). Особенности использования являются:

- экономия газа;
- высокий коэффициент полезного действия;
- отсутствие каких-либо вредных выбросов в атмосферу и окружающую среду;
- сроки окупаемости в среднем 3 года.

Турбодетандерная установка предназначена для преобразования энергии избыточного давления газа газораспределительных сетей в электроэнергию. Избыточное давление на ГРС проходит процесс снижения на узлах редуцирования, проходя через регуляторы давления. Возможно дополнение к узлу редуцирования в виде турбодетандерной установки, которая так же будет производить снижение давления газа, путем расширения в турбине и вырабатывая электрическую энергию, преобразуя энергию газа в энергию привода электрогенератора, но требуется затратить энергию на подогрев газа. Так как в процессе расширения его температура будет понижена. Подогрев газа можно осуществить различными способами, к примеру: применение электронагревательных устройств; применение теплообменников; отвод тепла с генератора [24].

В газовой промышленности турбодетандеры получили свое широкое распространение:

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

- запуск газотурбинных установок газоперекачивающих агрегатов;
- охлаждение природного газа в установках подготовки на промыслах, вымораживание влаги;
- установки сжижения природного газа;
- приводы компрессоров для подачи газа в пиковые хранилища;
- выработка электрической энергии на ГРС, благодаря перепаду давления на турбине между газопроводами высокого и низкого давления.

Установка содержит электрогенератор и приводящий его во вращение турбодетандерный агрегат, смонтированный в съемном корпусе-вставке, размещенном в наружном силовом корпусе и сочлененном с ним разъемным соединением. Кроме того, она снабжена расположенной внутри наружного силового корпуса и жестко соединенной с ним обоймой для размещения в ней по меньшей мере частично корпуса-вставки турбодетандерного агрегата. Входная и выходная части турбодетандерного агрегата имеют фланцы, сопрягаемые с фланцами наружного силового корпуса, причем фланец входной части сочленен с фланцем наружного силового корпуса разъемным соединением. Общий вид установки представлен на рисунке 2.10.

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

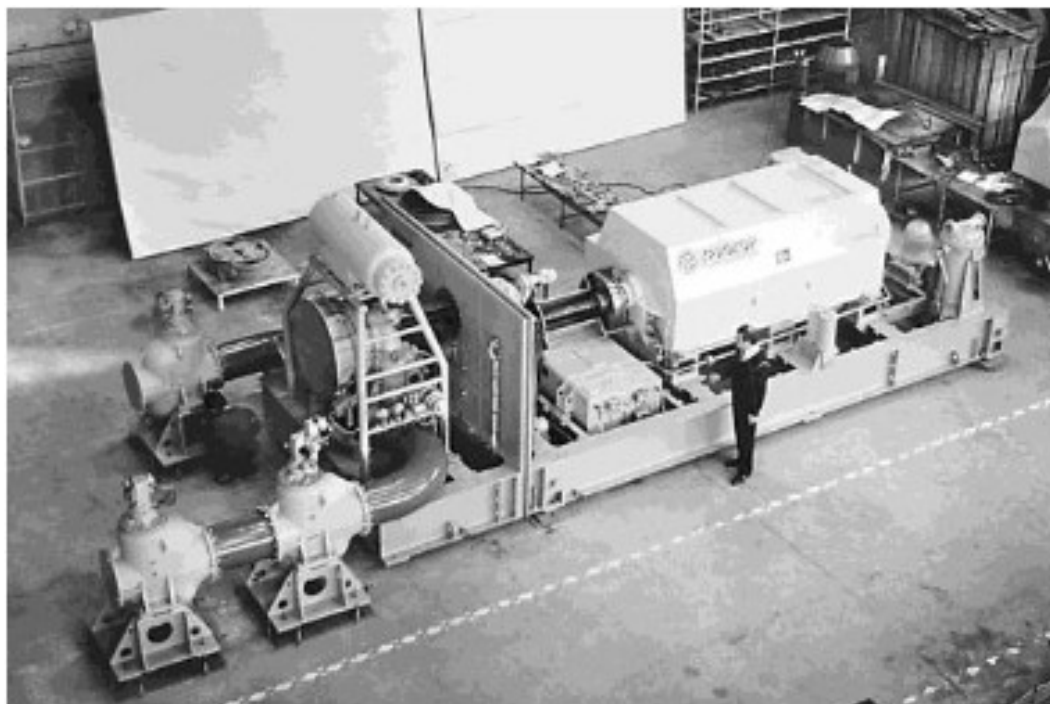


Рисунок 2.10 – Общий вид турбодетандерной установки

Различные отечественные и зарубежные производители накопили достаточный опыт создания утилизационных турбодетандерных установок для использования на ГРС. К примеру, турбодетандеры компании ПАО «Турбогаз». Данная компания успешно реализовала проект по установке утилизационной установке УТДУ-2500 (мощность 2500 кВт) на ГРС №7 г. Днепропетровска в 1991 г., а также установив УТДУ-4000 (мощность 4000 кВт) на ГРС г. Северодонецк в 2008 г. Также эти установки устанавливались на остальной территории Украины и Беларуси, в городах: Одесса, Запорожье, Новолукомоль, Гомель. ООО «Криокор» так же занималась созданием турбодетандерной установки, один из проектов ДГА-5000, являющийся аналогом зарубежной установки, находится в эксплуатации на ТЭЦ №21 г. Москвы. Установка изображена на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Турбодетандерная установка ООО «Криокор»

Данные установки обладают недостатками, которые мешают массовому использованию их в качестве автономных источников электроэнергии. Основными являются установки водяного охлаждения масла смазывающей системы и электрического генератора; низкая экономичность турбины; большие массогабаритные показатели (массы около 70 тонн и длина около 8 метров)

Научно-технический центр «Микротурбинные технологии» создал турбодетандерную установку, детандер-генераторный агрегат МДГ-20, отличающийся компактностью и единой конструкцией, в которую включается электрический генератор и осевая турбина. Мощность установки составляет 20 кВт. Электрический КПД установки не менее 0,7, турбины – не менее 0,7. Именно он выделяется как турбодетандер, который можно использовать для ГРС. По параметрам и массогабаритным показателям он спроектирован и оптимизирован под работу на ГРС, в качестве источника электроснабжения. Установка МДГ-20 успешно работает на ГРС «Сертолово» в г. Санкт-Петербург. На рисунке 2.12 представлен ДГА МДГ-20, а также фото (рисунок 2.13) с ГРС «Сертолово» с установленным МДГ-20 на ГРС.

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



Рисунок 2.12 – Общий вид ДГА МДГ-20



Рисунок 2.13 – ДГА МДГ-20 на ГРС «Сертолово»

На данный момент известно несколько схем подключения турбодетандера к ГРС. На официальном сайте ПАО «Турбогаз» присутствуют две схемы подключения турбодетандерной установки с внешним или автономным источником тепла (рисунки 2.14, 2.15) [25].

					Анализ методов автономного электроснабжения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



Рисунок 2.14 – Схема подключения с внешним источником тепла:

1 – турбодетандерный агрегат; 1.1 – турбодетандер; 1.2 – редуктор; 1.3 – генератор;
2 – теплообменник; 3 – блок клапанов; 4 – блок байпасный

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

В данном разделе выпускной квалификационной работы будут проведены расчеты, связанные с внедрением турбодетандерной установки на газораспределительную станцию. Расчеты направлены на определение располагаемой мощности ГРС, которую можно получить после установки электрогенерирующей турбодетандерной установки.

3.3 Оценка располагаемой мощности ГРС

Мощность полученная, в процессе расширения газа в турбодетандере определяется выражением 3.1 [26]:

$$N = G \cdot H_{\text{АД}} \cdot \eta_{\text{Т}} \cdot \eta_{\text{Г}} \quad (3.1)$$

где G – массовый расход, кг/с;

$H_{\text{АД}}$ – перепад энтальпий при адиабатическом процессе расширения газа в турбодетандере, кДж/кг;

$\eta_{\text{Т}}$ и $\eta_{\text{Г}}$ – коэффициенты полезного действия турбодетандера и генератора.

Чтобы вычислить массовый расход, воспользуемся выражением 3.2:

$$G = Q \cdot \rho \quad (3.2)$$

где Q – расход газа через ГРС, равный 10 тыс. м³/ч = 2,7 м³/с;

ρ – плотность газа на ГРС с. Молчаново 0,75 кг/м³.

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Расчетная часть	Лит	Лист
Руковод.		Брусник О. В.					51
Консульт.						НИ ТПУ	
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ИШПР	
						ГРУППА	
						2Б4А	

$$G = Q \cdot \rho = 2,7 \cdot 0,75 = 2,025 \text{ кг/с}$$

Для вычисления мощности ГРС, необходимо вычислить параметр перепада энтальпий, определяемый по формуле 3.3:

$$H_{\text{Ад}} = \frac{k}{k-1} \cdot Z_1 \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \quad (3.3)$$

где k – объемный показатель адиабаты;

Z_1 – коэффициент сжимаемости газа при условиях входа в турбодетандер;

R – универсальная газовая постоянная метана, $R = 519 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$

T_1 – температура газа на входе в турбодетандер, 282 К;

P_1 – давление газа на входе в турбодетандер, 5,5 МПа;

P_2 – давление газа на выходе из турбодетандера, 0,6 МПа.

Приступим к вычислению неизвестных величин в формуле 3.3.

•Необходимо вычислить объемный показатель адиабаты, который определяется по формуле 3.4 [27]:

$$k = 1.556(1 + 0.074x_a) - 3.9 \cdot 10^{-4} \cdot T_1 \cdot (1 - 0.68x_a) - 0.208 \cdot \rho_c + \left(\frac{P_1}{T_1} \right)^{1.43} \cdot \left[384 \cdot (1 - x_a) \cdot \left(\frac{P_1}{T_1} \right)^{0.8} + 26.4 \cdot x_a \right] \quad (3.4)$$

где x_a – молярная доля азота 0,0217;

ρ_c – плотность метана при стандартных условиях, равная 0,6682 кг/м³.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$\begin{aligned}
k &= 1,556(1 + 0,074x_a) - 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot T_1 \cdot (1 - 0,68x_a) - 0,208 \cdot \rho_c + \left(\frac{P_1}{T_1}\right)^{1,43} \\
&\cdot \left[384 \cdot (1 - x_a) \cdot \left(\frac{P_1}{T_1}\right)^{0,8} + 26,4 \cdot x_a \right] \\
&= 1,556(1 + 0,074 \cdot 0,0217) - 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot 282 \cdot (1 - 0,68 \cdot 0,0217) \\
&- 0,208 \cdot 0,6682 + \left(\frac{5,5}{282}\right)^{1,43} \\
&\cdot \left[384 \cdot (1 - 0,0217) \cdot \left(\frac{5,5}{282}\right)^{0,8} + 26,4 \cdot 0,0217 \right] = 1,37
\end{aligned}$$

• По формуле 3.5 определяем коэффициент сжимаемости:

$$Z_1 = \frac{z_p}{z_c} \quad (3.5)$$

где z_p – фактор сжимаемости при заданных давлениях;

z_c – фактор сжимаемости при стандартных условиях.

Фактор сжимаемости при стандартных условиях:

$$z_c = 1 - (0,0741 \cdot \rho_c - 0,006 - 0,063 \cdot x_a - 0,0575 \cdot x_y)^2 \quad (3.6)$$

где ρ_c – плотность метана при стандартных условиях [28];

x_a – молярная доля азота;

x_y – молярная доля диоксида углерода.

$$\begin{aligned}
z_c &= 1 - (0,0741 \cdot \rho_c - 0,006 - 0,063 \cdot x_a - 0,0575 \cdot x_y)^2 \\
&= 1 - (0,0741 \cdot 0,6682 - 0,006 - 0,063 \cdot 0,0217 - 0,0575 \cdot 0,0054)^2 \\
&= 0,998
\end{aligned}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Фактор сжимаемости при заданных условиях:

$$z_p = \frac{\frac{1 + A_2 + A_1}{A_2}}{3} \quad (3.6)$$

где A_1, A_2 – коэффициенты, определяемые по формулам 3.7, 3.8 и 3.9:

$$A_1 = 1 + B_0 \quad (3.7)$$

$$A_2 = [A_0 - (A_0^2 - A_1^3)^{0,5}]^{\frac{1}{3}} \quad (3.8)$$

$$A_0 = 1 + 1.5 \cdot (B_0 + C_0) \quad (3.9)$$

где B_0, C_0 – коэффициенты, определяемые по формулам 3.10 и 3.11:

$$B_0 = b^2 \cdot B_m \quad (3.10)$$

$$C_0 = b^2 \cdot C_m \quad (3.11)$$

где B_m, C_m – коэффициенты, определяемые по формулам 3.12 и 3.13:

$$B_m = x_e^2 \cdot B_1 + x_e \cdot x_a \cdot B^* \cdot (B_1 + B_2) - 1,73 \cdot x_e \cdot x_y \cdot (B_1 \cdot B_3)^{0,5} + x_a^2 \cdot B_2 + 2 \cdot x_a \cdot x_y \cdot B_{23} + x_y^2 \cdot B_3 \quad (3.12)$$

$$C_m = x_e^3 \cdot C_1 + 3x_e^2 \cdot x_a \cdot C^* \cdot (C_1^2 \cdot C_2)^{\frac{1}{3}} + 2,76 \cdot x_e^2 \cdot x_y \cdot (C_1^2 \cdot C_3)^{\frac{1}{3}} + 3 \cdot x_e \cdot x_a^2 \cdot C^* \cdot (C_1^2 \cdot C_2)^{\frac{1}{3}} + 6,6 \cdot x_e \cdot x_a \cdot x_y \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3)^{\frac{1}{3}} + 2,76 \cdot x_e \cdot x_y^2 \cdot (C_3^2 \cdot C_1)^{\frac{1}{3}} + x_a^3 \cdot C_2 + 3 \cdot x_a^2 \cdot x_y \cdot C_{223} + 3 \cdot x_a \cdot x_y^2 \cdot C_{233} + x_y^3 \cdot C_3 \quad (3.13)$$

					Расчетная часть	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коэффициенты и молярные доли, входящие в формулы 3.12 и 3.13, рассчитывают по формулам:

$$\begin{aligned}
 B_1 = & -0,425468 + 2,865 \cdot 10^{-3} \cdot T_1 - 4,62073 \cdot 10^{-6} \cdot T_1^2 \\
 & + (8,77118 \cdot 10^{-4} - 5,56281 \cdot 10^{-6} \cdot T_1 + 8,81514 \cdot 10^{-9} \cdot T_1^2) \cdot H \\
 & + (-8,2474 \cdot 10^{-7} + 4,31436 \cdot 10^{-9} \cdot T_1 - 6,08319 \cdot 10^{-12} \cdot T_1^2) \\
 & \cdot H^2
 \end{aligned}
 \quad (3.14)$$

Здесь значение теплоты сгорания эквивалентного углеводорода рассчитывают по формуле 3.15:

$$H = 128,64 + 47,479 \cdot M_e \quad (3.15)$$

где M_e – молярная масса эквивалентного углеводорода, определяемая по формуле 3.16:

$$M_e = \frac{24,05525 \cdot \rho_c \cdot z_c - 28,0135 \cdot x_a - 44,01 \cdot x_y}{x_e} \quad (3.16)$$

Неизвестной величиной в формуле, является молярная доля углеводорода, определяемая по формуле 3.17:

$$x_e = 1 - x_a - x_y = 1 - 0,0217 - 0,0054 = 0,9729 \quad (3.17)$$

Подставив уже известные данные в 3.16, получим:

$$M_e = \frac{24,05525 \cdot 0,6682 \cdot 0,998 - 28,0135 \cdot 0,0217 - 44,01 \cdot 0,0054}{0,9729} = 15,62$$

Далее подставим в 3.15:

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$$H = 128,64 + 47,479 \cdot 15,62 = 870,26$$

Рассчитаем коэффициент по формуле 3.14:

$$\begin{aligned} B_1 = & -0,425468 + 2,865 \cdot 10^{-3} \cdot 282 - 4,62073 \cdot 10^{-6} \cdot 282^2 \\ & + (8,77118 \cdot 10^{-4} - 5,56281 \cdot 10^{-6} \cdot 282 + 8,81514 \cdot 10^{-9} \cdot 282^2) \\ & \cdot 870,26 \\ & + (-8,2474 \cdot 10^{-7} + 4,31436 \cdot 10^{-9} \cdot 282 - 6,08319 \cdot 10^{-12} \cdot 282^2) \\ & \cdot 870,26^2 = -0,0464 \end{aligned}$$

Далее будут приведены формулы для расчета коэффициентов:

$$B_2 = -0,1446 + 7,4091 \cdot 10^{-4} \cdot T_1 - 9,1195 \cdot 10^{-7} \cdot T_1^2 \quad (3.18)$$

$$B_2 = -0,1446 + 7,4091 \cdot 10^{-4} \cdot 282 - 9,1195 \cdot 10^{-7} \cdot 282^2 = -0,0082$$

$$B_{23} = -0,339693 + 1,61176 \cdot 10^{-3} \cdot T_1 - 2,04429 \cdot 10^{-6} \cdot T_1^2 \quad (3.18)$$

$$B_{23} = -0,339693 + 1,61176 \cdot 10^{-3} \cdot 282 - 2,04429 \cdot 10^{-6} \cdot 282^2 = -0,0477$$

$$B_3 = -0,86834 + 4,0376 \cdot 10^{-3} \cdot T_1 - 5,1657 \cdot 10^{-6} \cdot T_1^2 \quad (3.19)$$

$$B_3 = -0,86834 + 4,0376 \cdot 10^{-3} \cdot 282 - 5,1657 \cdot 10^{-6} \cdot 282^2 = -0,1405$$

$$B^* = 0,72 + 1,875 \cdot 10^{-5} \cdot (320 - T_1)^2 \quad (3.20)$$

$$B^* = 0,72 + 1,875 \cdot 10^{-5} \cdot (320 - 282)^2 = 0,7471$$

Теперь необходимо подставить все коэффициенты в выражение 3.12:

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$\begin{aligned}
B_m &= 0,9729^2 \cdot (-0,0464) + 0,9729 \cdot 0,0217 \cdot 0,7471 \cdot (-0,0464 + (-0,0082)) \\
&\quad - 1,73 \cdot 0,9729 \cdot 0,0054 \cdot (-0,0464 \cdot (-0,1405))^{0,5} + 0,0217^2 \\
&\quad \cdot (-0,0082) + 2 \cdot 0,0217 \cdot 0,0054 \cdot (-0,1405) + 0,0054^2 \cdot (-0,1405) \\
&= -0,045
\end{aligned}$$

Для вычисления коэффициента по формуле 3.13, необходимо рассчитать следующие коэффициенты:

$$\begin{aligned}
C_1 &= -0,302488 + 1,95861 \cdot 10^{-3} \cdot T_1 - 3,16302 \cdot 10^{-6} \cdot T_1^2 \\
&\quad + (6,46422 \cdot 10^{-4} - 4,22876 \cdot 10^{-6} \cdot T_1 + 6,88157 \cdot 10^{-9} \cdot T_1^2) \cdot H \\
&\quad + (-3,32805 \cdot 10^{-7} + 2,2316 \cdot 10^{-9} \cdot T_1 - 3,67713 \cdot 10^{-12} \cdot T_1^2) \\
&\quad \cdot H^2 \tag{3.21}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_1 &= -0,302488 + 1,95861 \cdot 10^{-3} \cdot 282 - 3,16302 \cdot 10^{-6} \cdot 282^2 \\
&\quad + (6,46422 \cdot 10^{-4} - 4,22876 \cdot 10^{-6} \cdot 282 + 6,88157 \cdot 10^{-9} \cdot 282^2) \\
&\quad \cdot 870,26 \\
&\quad + (-3,32805 \cdot 10^{-7} + 2,2316 \cdot 10^{-9} \cdot 282 - 3,67713 \cdot 10^{-12} \cdot 282^2) \\
&\quad \cdot 870,26^2 = -2,997
\end{aligned}$$

$$C_2 = 7,8498 \cdot 10^{-3} - 3,9895 \cdot 10^{-5} \cdot T_1 + 6,1187 \cdot 10^{-8} \cdot T_1 \tag{3.22}$$

$$C_2 = 7,8498 \cdot 10^{-3} - 3,9895 \cdot 10^{-5} \cdot 282 + 6,1187 \cdot 10^{-8} \cdot 282 = -0,0034$$

$$C_3 = 2,05113 \cdot 10^{-3} + 3,488 \cdot 10^{-5} \cdot T_1 - 8,3703 \cdot 10^{-8} \cdot T_1^2 \tag{3.23}$$

$$C_3 = 2,05113 \cdot 10^{-3} + 3,488 \cdot 10^{-5} \cdot 282 - 8,3703 \cdot 10^{-8} \cdot 282^2 = 0,0052$$

$$C_{233} = 3,58783 \cdot 10^{-3} + 8,06674 \cdot 10^{-6} \cdot T_1 - 3,25798 \cdot 10^{-8} \cdot T_1^2 \tag{3.24}$$

$$C_{233} = 3,58783 \cdot 10^{-3} + 8,06674 \cdot 10^{-6} \cdot 282 - 3,25798 \cdot 10^{-8} \cdot 282^2 = 0,0033$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$C_{223} = 5,52066 \cdot 10^{-3} - 1,68609 \cdot 10^{-5} \cdot T_1 + 1,57169 \cdot 10^{-8} \cdot T_1^2 \quad (3.25)$$

$$C_{223} = 5,52066 \cdot 10^{-3} - 1,68609 \cdot 10^{-5} \cdot 282 + 1,57169 \cdot 10^{-8} \cdot 282^2 = 0,0019$$

$$C^* = 0,092 + 0,0013 \cdot (T_1 - 270) \quad (3.26)$$

$$C^* = 0,092 + 0,0013 \cdot (282 - 270) = 0,1076$$

Вернувшись к формуле 3.13 и подставив в нее, вычисленные коэффициенты, получим:

$$\begin{aligned} C_m = & 0,9729^3 \cdot (-2,997) + 3 \cdot 0,9729^2 \cdot 0,0217 \cdot 0,1076 \cdot ((-2,997)^2 \cdot \\ & (-0,0034))^{\frac{1}{3}} + 2,76 \cdot 0,9729^2 \cdot 0,0054 \cdot ((-2,997)^2 \cdot 0,0052)^{\frac{1}{3}} + 3 \cdot 0,9729 \cdot \\ & 0,0217^2 \cdot 0,1076 \cdot ((-2,997)^2 \cdot (-0,0034))^{\frac{1}{3}} + 6,6 \cdot 0,9729 \cdot 0,0217 \cdot 0,0054 \cdot \\ & ((-2,997)^2 \cdot (-0,0034) \cdot 0,0052)^{\frac{1}{3}} + 2,76 \cdot 0,9729 \cdot 0,0054^2 \cdot (0,0052^2 \cdot \\ & (-2,997))^{\frac{1}{3}} + 0,0217^3 \cdot (-0,0034) + 3 \cdot 0,0217^2 \cdot 0,0054 \cdot 0,0019 + 3 \cdot 0,0217 \cdot \\ & 0,0054^2 \cdot 0,0033 + 0,0054^3 \cdot 0,0052 = -2,759 \end{aligned}$$

В формулах 3.10 и 3.11 остается один неизвестный коэффициент, определяемый по формуле 3.27:

$$b = \frac{10^3 \cdot P_1}{2,7715 \cdot T_1} \quad (3.27)$$

$$b = \frac{10^3 \cdot 5,5}{2,7715 \cdot 282} = 7,1$$

Так как теперь имеются данные для вычисления коэффициентов B_0 , C_0 ,

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

возвращаемся к формулам 3.10, 3.11 и проводим необходимые вычисления:

$$B_0 = 7,1^2 \cdot (-0,045) = -2,27$$

$$C_0 = 7,1^2 \cdot (-2,759) = -139,08$$

По формулам 3.7, 3.8 и 3.9 рассчитываем:

$$A_1 = 1 + (-2,27) = -1,27$$

$$A_0 = 1 + 1,5 \cdot (-2,27 + (-139,08)) = -211,025$$

$$A_2 = [-211,025 - ((-211,025)^2 - (-1,27)^3)^{0,5}]^{\frac{1}{3}} = -7,5$$

Вычислив все необходимые коэффициенты, можно вернуться к формуле 3.6 для вычисления фактора сжимаемости при заданных условиях:

$$z_p = \frac{\frac{1 + (-7,5) + (-1,27)}{(-7,5)}}{3} = 0,345$$

Отсюда вычислим коэффициент сжимаемости по формуле 3.5:

$$Z_1 = \frac{0,345}{0,998} = 0,346$$

Необходимо вернуться к формуле 3.3 для вычисления перепада энтальпии:

$$H_{\text{АД}} = \frac{1,37}{1,37 - 1} \cdot 0,346 \cdot 519 \cdot 282 \cdot \left[1 - \left(\frac{0,6}{5,5} \right)^{\frac{1,37-1}{1,37}} \right] = 84431,57 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

По формуле 3.1 оцениваем располагаемую мощность ГРС:

$$N = 2,025 \cdot 84,43 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 109,42 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

После проведения всех необходимых расчетов, нахождения всех неизвестных коэффициентов, рассчитана максимальная мощность, которую можно получить с ГРС на которую установлена турбодетандерная установка. В нашем случае при выборе этого метода автономного электроснабжения ГРС мощность составляет 109,42 кВт·ч. Необходимо учитывать, что расчеты были выполнены при условиях, что расход газа и давление имеют максимальные значения, а также что газ перед установкой не подогревается, что в реальных условиях может повлечь за собой образование кристаллогидратов и обмерзание элементов установки. При планировании реализации данного метода на ГРС необходимо учитывать то, какой будет температура на выходе и какую теплоту необходимо передать газу чтобы на выходе его температура соответствовала требованиям НТД.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Внедрение турбодетандерной установки на ГРС с.Молчаново позволит обеспечить станцию электрической энергией, тем самым сделав ее автономным объектом, излишки электроэнергии возможно использовать в целях подогрева газа перед дросселированием, чтобы обеспечить экономию топливного газа.

4.1 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ

В работе предлагается внедрение турбодетандерной установки, путем реконструкции узла редуцирования ГРС с. Молчаново. Для начала необходимо провести работы по проведению обследования ГРС, как объекта будущей реконструкции, разработать документацию, а также провести испытания турбодетандерной электрогенерирующей установки. Испытания установки проводятся в компании изготовителе. Необходимо согласовать и получить разрешение на реконструкцию.

Затем необходимо провести подготовку оборудования, спецтехники и материалов для проведения реконструкции. Работы по внедрению турбодетандерной установки необходимо провести в течение одного дня, по причине ограничения поставок газа потребителям.

Далее необходимо проведение монтажных работ. Также работы по пуску, наладке и проверки стабильной работы установки.

					<i>Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Гурьянов М. Д.</i>			<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>					61	
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>				ИШПР		
						ГРУППА 2Б4А		

**Таблица 4.1 – Нормы времени выполнения установки турбодетандерной
установки на ГРС**

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность работ, часов	Состав бригады, человек
1	Вывод ГРС из работы на период реконструкции (закрытие кранов, вывод из работы приборов учета и подогревателей газа)	1	4
2	Подготовка узла к монтажу установки	2	3
3	Производство сварочно-монтажных работ по установке турбодетандерной установки	4	3
4	Производство монтажных работ по прокладке кабелей и установке электрического оборудования	7	3
5	Подготовка к пуску ГРС и непосредственный пуск ГРС в работу	1	2
6	Производство пусконаладочных работ	23	3
ИТОГО		48	

При учете того, что рабочий день составляет 8 часов, необходимо вычислить количество рабочих дней, которые будут отведены для работ. В итоге получается 6 рабочих дней.

Составим график проведения работ по повышению эффективности работы

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

ГРС с. Молчаново, путем внедрения турбодетандерной электрогенерирующей установки.

Таблица 4.2 –График проведения работ по внедрению турбодетандерной установки

Наименование работы	Количество дней	1	2	3	4	5	6
Оформление документов	1						
Подготовительные работы (вывод ГРС из работы на период реконструкции)	1						
Подготовка узла к монтажу	1						
Сварочно-монтажные работы	1						
Монтаж электрических кабелей и оборудования	1						
Пуск ГРС	1						
Пусконаладочные работы	3						

4.2 Расчет сметной стоимости работ

При помощи ресурсного метода, суть которого заключается в калькулировании в текущих ценах и тарифах ресурсов, которые необходимы для реализации проекта, производим расчет сметной стоимости. Для составления смет используют натуральные измерители расходов материалов и конструкций, затрат времени эксплуатации, затрат труда рабочих. Основой данного расчета являются затраты на:

- материальные ресурсы;
- трудовые затраты на страховые взносы и оплату труда;
- амортизация основных фондов.

Необходимо провести расчет затрат на применение метода повышения эффективности ГРС с. Молчаново, путем внедрения турбодетандерной установки, на примере ДГА МДГ-20.

Таблица 4.3 – Вложения в комплекс турбодетандерной установки

Наименование	Стоимость, руб.
Детандер	2270000
Блок системы регулирования	512000
Блок байпасный	462000
Блок маслосистемы	478000
Генератор	1120000
АСУ	673000
Электрооборудование	489000
Фильтры очистки	321000
ИТОГО	6325000

Перед началом работ, необходимо воспользоваться контрагентными услугами, чтобы:

- скорректировать конструкторскую документацию;

- разработать задания на проект строительства и изготовления элементов установки;
- передать документацию заводам-изготовителям;
- осуществить надзор и пусконаладочные работы.

Таблица 4.4 – Затраты на контрагентные услуги

Наименование	Стоимость, руб.
Проектные работы	293000
Пусконаладочные работы	360000
Авторский надзор	256000
Корректировка документации	56000
Разработка задания на строительство и изготовление элементов	56000
Передача документации заводам-изготовителям	28000
<i>ИТОГО</i>	<i>1049000</i>

Стоимость вложений по проекту в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Вложения по проекту

Наименование	Стоимость, руб.
Вложения в комплекс ДГА МТД-20	6325000
Затраты на контрагентные услуги	1049000
<i>ИТОГО</i>	<i>7374000</i>

Расчеты заработной платы, согласно тарифным ставкам, окладам и расценкам в соответствии с системой и формой оплаты труда показаны в таблицы 4.6.

Таблица 4.6 – Расчет заработной платы при внедрении турбодетандерной установки на ГРС

Должность	Количество	Часовая та- рифная став- ка, руб.	Норма времени на проведение меро- приятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Начальник участка	1	170	48	14851
Оператор ГРС	1	120		10483
Сварщик	2	110		19219
Монтажник	3	100		26208
Специалист КИПиА	2	120		20966
Электромонтер	1	110		9609
ИТОГО				101336

Сумма страховых взносов определяется согласно Налоговому кодексу РФ, как сумма взносов в государственные внебюджетные фонды и страховых взносов в фонд социального страхования (на социальное страхование от профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве), равных 30% и 20% от фонда заработной платы.

Таблица 4.7 – Страховые взносы

Наименование вида работ	Сумма страховых взносов, руб.
Внедрение турбодетандерной установки на ГРС	505668

Необходимо определить амортизационные отчисления при внедрении турбодетандерной установки на ГРС, для этого необходимо определить сумму амортизационных отчислений (балансовая стоимость основных производственных фондов, нематериальные активы, нормы амортизации) [29]. Поделив амортизацию, равную 100% на полезный срок службы, принимаем за 10 лет. Умножив первоначальную стоимость на норму амортизации и разделив на 100%, получим сумму амортизации за прошедший год. Вычислить суточные амортизационные отчисления можно поделив предыдущее вычисленное на количество дней в году.

Первоначальная стоимость основного средства равна 6325000 руб. и срок полезного использования равен 10 годам. Ежесуточные амортизационные отчисления:

- Норма амортизации $100 \% / 10 \text{ лет} = 10 \%$;
- Годовая амортизация: $6325000 * 10\% / 100 \% = 632500 \text{ руб.}$;
- Ежесуточная амортизация: $632500 / 365 = 1733 \text{ руб.}$

В таблице 4.8 представлен расчет амортизационных отчислений.

Таблица 4.8 – Расчет амортизационных отчислений при внедрении турбодетандерной установки на ГРС

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./смену
		одного объекта	всего		
Внедрение турбодетандерной установки на ГРС	1	6325000	632500	10	1733
ИТОГО					1733

Составим общую смету затрат на проведение работ по реконструкции системы электроснабжения ГРС с. Молчаново, представленную в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Затраты на проведение работ

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
	Внедрение турбодетандерной установки на ГРС
Материальные затраты	6325000
Контрагентные услуги	1049000

Продолжение таблицы 4.9

Затраты на оплату труда	101336
Страховые взносы	505668
Амортизационные отчисления	1733
<i>ИТОГО</i>	<i>7982737</i>

Структура затрат на проведение работ по внедрению турбодетандерной установки на ГРС с. Молчаново показана на диаграмме, представленной на рисунке 4.1.

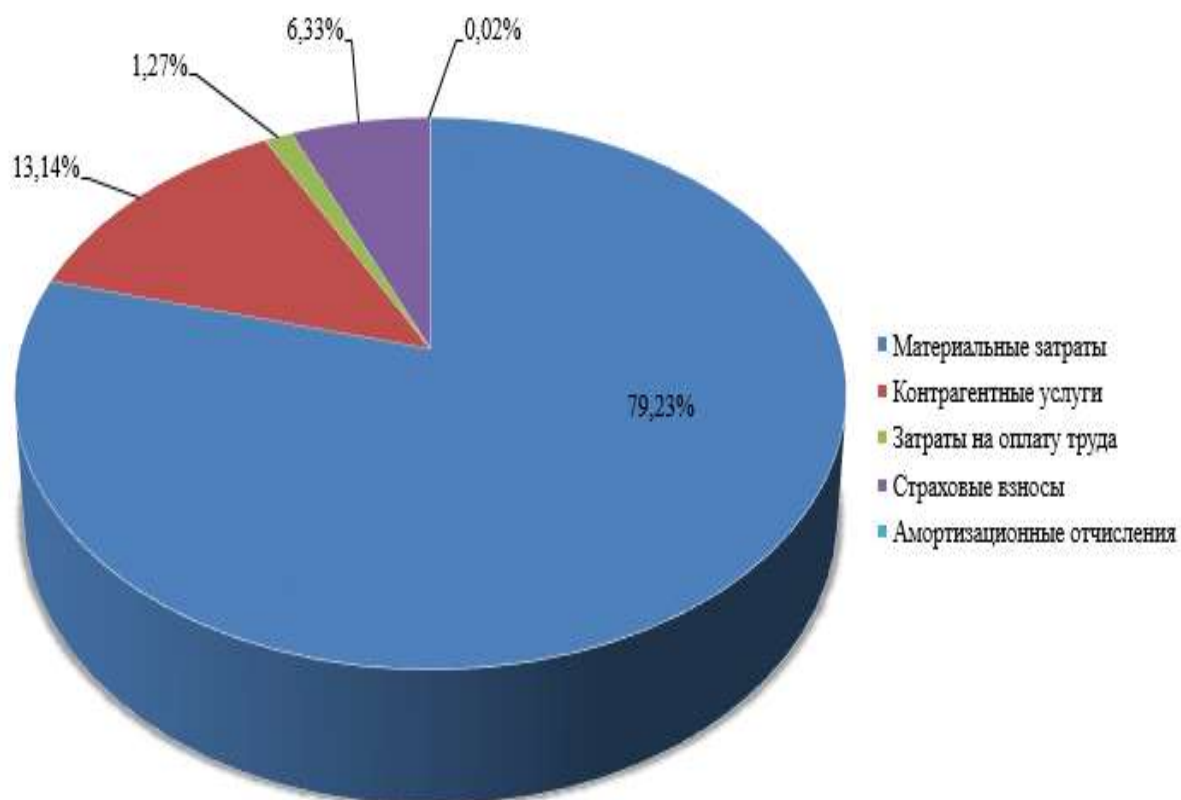


Рисунок 4.1 – Структура затрат на внедрение турбодетандерной установки на ГРС

4.3 Обоснование экономической эффективности проекта

Потребляемая мощность ГРС с. Молчаново составляет 10,15 кВт·ч, а за год потребление ГРС составит 88914 кВт·ч. Что в денежной стоимости будет составлять 202723,92 руб., учитывая, что тариф на электроэнергию в Томской области составляет 2,28 руб./кВт·ч.

Внедрение турбодетандерной установки позволит вырабатывать мощность 109,42 кВт·ч, а за год 958519,2 кВт·ч, что в денежной стоимости составит 2185423,78 руб. Это стоимость электроэнергии, которую можно сэкономить при внедрении турбодетандерной установки на ГРС с. Молчаново. Окупаемость проекта 3-4 года. Установка на примере которой была рассчитана стоимость проекта ограничена по мощности до 20 кВт·ч и ее будет достаточно для обеспечения электрической энергией ГРС с. Молчаново, но модельный ряд турбодетандерных установок на данный момент велик, поэтому внедрение установки, с которой возможно получить максимальную электрическую мощность, которую можно реализовать не только на собственные нужды ГРС, но и на подогрев газа перед турбодетандером, а так же обеспечить электричеством находящиеся рядом объекты газовой промышленности.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе выпускной квалификационной работы будут рассмотрены опасные и вредные факторы, которые возникают при эксплуатации ГРС с. Молчаново. ГРС является опасным производственным объектом. При эксплуатации имеет место, никогда не исключается и существует возможность возникновения чрезвычайных ситуаций. Под угрозой находятся жизнь и здоровье населения и рабочего персонала, а также окружающая среда.

5.1 Производственная безопасность

Факторы производственной среды делятся на опасные и вредные [30]. Данные виды могут также подразделяться на группы: психофизиологические, биологические, химические и физические.

Опасный производственный фактор – это фактор среды и трудового процесса, при воздействии которого на рабочего при определенных условиях, приводит к травме или другому резкому внезапному ухудшению состоянию здоровья.

Вредный производственный фактор – это фактор трудового процесса и среды, воздействие которого на рабочего в определенных условиях способно привести к заболеванию или снижению его работоспособного состояния.

Для сохранения здоровья и жизни работников, для обеспечения и исключения минимального влияния факторов производственной среды, разработаны мероприятия и системы законодательных актов.

Факторы, ситуации и воздействия при эксплуатации, а также наименования нормативных документов, действующих в области производственной без-

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гурьянов М. Д.			Социальная ответственность	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О. В.					71	
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

опасности можно увидеть на рисунке 5.1.

ФАКТОРЫ		ВИД РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ ГРС
ОПАСНЫЕ	ВРЕДНЫЕ	
электрический ток <u>ГОСТ IEC 61140-2012</u>	отклонение показателей микроклимата <u>ГОСТ 12.1.005-88</u>	
механические опасности <u>ГОСТ 12.4.011-89</u>	повышенная загазованность воздуха рабочей зоны <u>ГН 2.2.5.1313-03</u>	
пожаровзрывобезопасность <u>ГОСТ 30852.19-2002</u>	физические и нервно психические нагрузки <u>ТК РФ</u>	замена/восстановление деталей и узлов
	недостаточная освещенность на рабочем месте <u>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03</u>	смазка, промывка, протирка, набивка сальников запорных кранов и задвижек
		устранение утечек газа
		ремонт лакокрасочных покрытий
		ремонт фундаментов и ограждений

Рисунок 5.1 – Опасные и вредные факторы и их источники

5.2 Анализ вредных производственных факторов, возникающих на объекте исследования

Проведем анализ вредных факторов, возникающих на объекте исследования, среди которых:

- недостаточная освещенность на рабочем месте;
- физические и нервно-психические перегрузки;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;
- отклонение показателей микроклимата.

Освещенность рабочих мест, оказывает значительное влияние на процесс работы персонала. Когда имеется недостаток или избыток освещения, это может повлечь за собой негативные последствия здоровья персонала, а также снижение производительности труда, в связи с ухудшением условий работы. Используют естественное и искусственное освещение. Естественное освещение в помещениях ГРС обеспечивается наличием окон в этих помещениях, данное освещение возможно реализовать только в дневное время суток. Искусственное освещение используется для поддержания освещенности в пределах норм в темное время суток, используемые светильники должны иметь взрывозащищенное исполнение. Местное освещение используется для проведения ремонтных работ, используя переносные светильники на аккумуляторе во взрывозащищенном исполнении. Также необходимо предусматривать аварийное освещение для возможности продолжить работы, при отключении основного света, а именно лампы, работающие от автономного электропитания. Для эвакуации людей из помещений, должно быть использовано эвакуационное освещение, а также сигнальное освещение для фиксации границ опасных зон и охранное освещение для указания границ охраняемой территории ГРС [31].

Физические и нервно-психические перегрузки возникают вследствие тяжести, сложности и монотонности выполняемых работ, эмоциональных перегрузок и приводят к развитию утомления персонала. Чтобы избежать данных перегрузок необходимо соблюдение режима труда и отдыха [32].

Вещества, применяемые на ГРС для выполнения технологических операций, оказывают неблагоприятное воздействие, являясь вредными, на организм человека. Среди таких веществ: природный газ, одорант и метанол. В таблице 5.1 перечислены вещества, предельно допустимые концентрации и классы опасности веществ [33]. Вещества характеризуются как яды, которые при попадании в организм могут вызвать: тошноту, недомогание, повышение температуры, затруднение дыхания, раздражение слизистых.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Таблица 5.1 – Вредные вещества, которые могут появиться в рабочей зоне ГРС

Вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности
Синильная кислота	0,3	I
Меркаптаны	1	II
Сероводород в смеси с УВ	3	III
Метанол	5	III
Сероводород	10	IV
Углеводороды C ₁ – C ₁₀	300	IV
Углекислый газ	9000	IV

Источниками выделения вредных веществ являются: предохранительные устройства; нарушения герметичности оборудования; сброс давления в трубопроводе и оборудовании при проведении ремонтных работ. Мерами защиты в данных ситуациях будут: исключение источников появления вредных веществ; применение газоанализаторов для контроля загазованности; вентилирование помещений, в которых имеется возможность появления вредных веществ, для снижения их концентрации в воздухе; использования средств индивидуальной защиты; исключение необходимости присутствия человека или снижение времени его работы путем автоматизации процессов и применения оборудования для дистанционного управления.

Нарушения микроклимата, а именно: относительная влажность; интен-

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

сивность теплового излучения от нагретых поверхностей; барометрическое давление, скорость движения и температура воздуха. От этих факторов зависит здоровье, самочувствие и работоспособность человека. Их правильное сочетание приводит к благоприятным условиям для работы человека, но их неправильный подбор может повлечь за собой вред здоровью [34]. Системы отопления и вентиляции позволяют производить поддержание микроклимата, обеспечивая температуру на рабочем месте от 22 °С до 24 °С в теплый период года, и от 21 °С до 23 °С в холодный. Движение воздуха должно иметь скорость не более 0,2 м/с, а значение относительной влажности должно находиться в диапазоне от 40 % до 60 % [35].

5.3 Анализ опасных производственных факторов, возникающих на объекте исследования

Проведем анализ опасных факторов, возникающих на объекте исследования:

- электрический ток;
- механические опасности;
- пожаровзрывобезопасность.

Угроза поражения электрическим током, существует при работе с электрооборудованием [36]. Имеется оборудование на ГРС подключенное к электрической сети: КИП; насосы отопительной системы; системы охранной и пожарной сигнализаций; источники освещения; оборудования коррозионной защиты; АРМ оператора; бытовое оборудование. Причинами поражения электрическим током могут быть: прикосновения к токоведущим элементам; ошибочные действия персонала; метеорологические условия; нарушения изоляции токоведущих элементов; аварии. Существуют некоторые меры защиты указанные на рисунке 5.2.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75



Рисунок 5.2 – Меры защиты от поражения электрическим током

Механические опасности, возникают в зонах, расположенных рядом с трубопроводами и оборудованием, работающим под давлением. Нанести ущерб здоровью может также и разрушение трубопровода, элементов и оборудования. Необходимо быть осторожным в местах нахождения движущихся машин и механизмов и их частей. Соблюдение техники безопасности и использование средств индивидуальной защиты являются обязательными условиями для безопасного проведения работ. При работе на площадках, которые расположены выше уровня земли, необходимо следовать правилам безопасности [37].

Пожаровзрывобезопасность, опасный фактор может быть вызван при неосторожном обращении с огнем или электрооборудованием, также при коротком замыкании. Взрывопожароопасные вещества представлены в таблице 5.2 [38]. Необходимо наличие первичных средств пожаротушения на территории ГРС: ведро; лопата; багор; асбестовые покрывала; ведро; ручные огнетушители. Обязательно должен иметься план эвакуации персонала.

Таблица 5.2 – Взрывопожароопасные вещества, которые могут появиться в воздухе рабочей зоны ГРС

Наименование	Температура, °С		Концентрационный предел распространения пламени, мг/л	
	самовоспламенения	вспышки	нижний	верхний
Метан	537	—	29	113
Этан	515	—	31	194
Пропан	470	—	31	200
Бутан	372	—	33	225
Сероводород	246	—	57	650
Метанол	386	11	73	484

5.4 Экологическая безопасность

5.4.1 Анализ воздействия объекта на литосферу

Любая производственная деятельность оказывает неблагоприятное воздействие на литосферу. Сведение к минимуму последствий производственной деятельности – задача персонала производственного объекта.

Уменьшить неблагоприятное воздействие можно, соблюдая мероприятия:

- селективный сбор и временное хранение отходов на специально отве-

денных площадках, в соответствии с проектом нормативов образования и лимитов размещения отходов и передаче на утилизацию специализированным организациям в соответствии с заключенным договором;

- соблюдение технологических режимов работы оборудования;
- проверка оборудования на прочность и герметичность;
- своевременная замена уплотнений оборудования и запорной арматуры.

5.4.2 Анализ воздействия объекта на гидросферу

Нанесение вреда гидросфере, возможно из-за попадания метанола, масел, одоранта в сточные воды при эксплуатации ГРС. Причинами могут быть: нарушение правил эксплуатации оборудования, износ уплотнений оборудования, работы по ремонту. Чтобы защитить гидросферу следует выполнять требования [39]: своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки; исключение появления источников утечек вредных веществ.

5.4.3 Анализ воздействия объекта на атмосферу

При работе объекта возможно попадание в атмосферу газообразных углеводородов, этилмеркаптана и сероводорода. В таблице 5.1 приведены классы опасности и предельно допустимые концентрации данных веществ. Выделяют несколько причин попадания загрязняющих веществ в атмосферу, среди которых: нарушения работы оборудования; износ уплотнений; повышение давления в трубопроводе и оборудовании выше допустимых пределов, вследствие чего часть газа сбрасывается в атмосферу через свечу путем открытия предохранительных клапанов; испарение части одоранта во время его перемещения в емкость хранения; запланированные залповые выбросы вредных веществ в атмосферу. Меры, предотвращающие попадание загрязняющих веществ в атмосферу:

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

проверка оборудования на прочность и герметичность; соблюдение технологических режимов работы оборудования; замена уплотнений оборудования и запорной арматуры; использование системы контроля загазованности.

5.4.4 Анализ воздействия объекта на селитебную зону

Для обеспечения безопасности населения и исключения проникновения посторонних лиц на объект опасные производственные объекты, включая ГРС, располагаются на значительных расстояниях от населенных пунктов. Мерами обеспечения безопасности населения считаются:

- санитарно-защитная зона шириной 100 м. вокруг ГРС;
- максимально возможное рациональное удаление от населенных пунктов и жилых зон;
- монтаж систем видеонаблюдения и периметральной охранной сигнализации;
- ограждение по периметру;
- информационные и запрещающие знаки.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации на ГРС делятся на виды:

- природного характера;
- социального характера;
- экологического характера;
- техногенного характера.

На ГРС часто возникают чрезвычайные ситуации техногенного характера, которые могут возникать из-за технических причин, связанных с износом и разрушением оборудования. Также нарушение технологического процесса, отказ электрооборудования и средств, предотвращающих появление опасных факто-

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ров (повышение давления, антропогенный фактор). Уменьшить вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера и повысить устойчивость ГРС можно выполняя следующие указания:

- соблюдать все правила и требования работы с оборудованием, соблюдение технологических режимов работы оборудования;
- проводить внеочередные и периодические инструктажи, а также медицинские обследования персонала;
- использовать современные приборы контроля и сигнализации;
- техническая диагностика оборудования и коммуникаций, своевременное их техническое обслуживание и ремонт.

Чрезвычайные ситуации социального характера, предотвращаются оборудованием территории ГРС следующими системами: видеонаблюдение, периметральная сигнализация и ограждение [40]. Необходимо проведение инструктажей по методам противодействия преступникам, а также проведение учений совместно с охранной службой предприятия, полиции и МЧС.

Минимизировать последствия чрезвычайных ситуаций природного и экологического характера можно на стадии проектирования ГРС, определяя расположение и планировку в зависимости от формы рельефа, свойств грунта, тектонической активности. Необходимо также учитывать наличие растительности разного рода и близость к жилым зонам. Установка молниеотвода обязательна для защиты от удара молнии на территории объекта. Вспахивание земли, окашивание травы и удаление растительности. Охранная зона, отсчитываемая от ограждения и равная 100 м., позволяет исключить повреждения ГРС.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечение безопасности

Допуск к работе на ГРС могут получить лица, которые достигли возраста 18 лет, а также прошли медицинское обследование, обучение безопасным методам ведения работ, инструктажи на рабочем месте и получили допуск к само-

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

стоятельному ведению работ. Необходимо использование средств индивидуальной защиты, в том числе и спецодежды, и спецобуви [41].

Так как работники сталкиваются с вредными условиями труда, то на законодательном уровне предусматривается, что людям, работающим в условиях вредного и опасного воздействия, полагаются гарантии и компенсации, в их числе: уменьшенное количество рабочих часов (например: 36 часов в неделю); надбавка к заработной плате, не менее 4% от оклада; дополнительный оплачиваемый отпуск (не менее 7 календарных дней); досрочный выход на пенсию; получение спецодежды и других расходных материалов; услуги лечения и оздоровления.

Необходимо правильно организовать рабочее место, от этого во многом зависит безопасность и эффективность ведения работ. Обеспечение удобного и быстрого доступа к оборудованию на территории ГРС и предметам на рабочем столе является обязательным условием для правильной организации рабочего места. Необходимо обеспечение правильного и рационального расположения зданий, с учетом рельефа местности и режима ветра, а также сторон света.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема электроснабжения ГРС на сегодняшний день является актуальной. В ходе выполнения данной работы:

- Рассмотрена научно-техническая документация, действующая в области эксплуатации газораспределительных станций;
- Проведен анализ методов и технологий автономного электроснабжения газораспределительных станций;
- Описаны недостатки, препятствующие использованию методов и предложено использование турбодетандерной установки;
- Произведен расчет располагаемой мощности ГРС, которую можно получить, внедрив турбодетандерную установку на ГРС с. Молчаново.

					Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Заключение	Лит	Лист	Листов
Разраб.		Гурьянов М. Д.						
Руковод.		Брусник О. В.					82	
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единая система газоснабжения России / ПАО «Газпром»; [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/about/production/transportation/> (дата обращения: 15.03.2018)
2. Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 г. №1715-р
3. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 г. №261-ФЗ (ред. от 23.04.2018г.)
4. Фокин Г. А. Автономные источники электрической и тепловой энергии для магистральных газопроводов и газораспределительных станций. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 168 с.
5. Томская область: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Томская_область (дата обращения: 15.03.2018)
6. География Томской области: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/География_Томской_области (дата обращения 17.03.2018)
7. СТО Газпром 2-3.5-454-2010. Правила эксплуатации магистральных газопроводов: стандарт организации. – Введ. 2010-05-24. – Москва, 2010. – С. 52.
8. СТО Газпром 2-2.3-1081-2016. Газораспределительные станции. Общие технические требования. – Введ. 2016-06-06. – Москва, 2016. – С. 112.
9. ВРД 39-1.8-022-2001. Номенклатурный перечень газораспределительных станций магистральных газопроводов.
10. Кантюков, Р.А. Компрессорные и газораспределительные станции

					<i>Реконструкция системы электроснабжения газораспределительных станций</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Гурьянов М. Д.</i>			<i>Список использованной литературы</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>					83	
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>				ИШПР		
						ГРУППА 2Б4А		

/ Р. А. Кантюков, В. А. Максимов, М. Б. Хадиев. – Казань: КГУ им. В. И. Ульянова-Ленина, 2005. – 204 с.

11. Данилов, А. А. Газораспределительные станции / Данилов А. А., Петров А. И. – Санкт-Петербург: Недра, 1997. – 240 с.

12. БК-ГРС / ООО «Газоснабжение»: [Электронный ресурс] – Режим доступа к стр.: <http://gazsnab.com/produkciya/bk-grs> (дата обращения: 29.03.2018 г.).

13. Данилов, А. А. Автоматизированные газораспределительные станции: справочник / А. А. Данилов. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2004. – 544 с.

14. ВРД 39-1.10-069-2002. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов

15. Артемова, Т. Г. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов: учебное пособие / Т. Г. Артемова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000. – 176 с.

16. Одоризация газа на ГРС / Студенческая библиотека онлайн: [Электронный ресурс] –

Ре-

жим доступа к стр.: http://studbooks.net/2541658/tovarovedenie/odorizatsiya_gaza (дата обращения: 21.03.2018 г.).

17. Смородин, С. Н. Системы и узлы учета расхода энергоресурсов: учебное пособие / С. Н. Смородин, В. Н. Белоусов, В. Ю. Лакомкин. – Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2014. – 20 с.

18. Аваков В. Б., Зинин В. И., Ландграф И. К. Автономные энергоустановки на основе высокотемпературных электрохимических генераторов для промышленных и коммунальных объектов // Теплоэнергоэффективные технологии. — 1997. — № 4.

19. Коровин Н.В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. М: Изд-во МЭИ, 2005. — 208 с.

20. Герасимов А., Толмачев В., Уткин К. Ветроэнергетические установки для автономного энергоснабжения // Новости Электротехники. — 2006. — Т.

Сп					Список использованной литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

21. Осадчий Г.Б. Солнечная энергия, её производные и технологии их использования (Введение в энергетику ВИЭ) / Г. Б. Осадчий. – Омск: ИПК Макшеевой Е.А., 2010. – 572 с.

22. Мини-ТЭЦ – тепловые электростанции для промышленных предприятий: [Электронный ресурс] – Режим доступа к стр.:

<http://www.manbw.ru/analytics/minitec.html> (дата обращения: 29.03.2018 г.).

23. Elliot. Microturbines. EBARA GROUP. Elliott Energy Systems, Inc. TA 100 R CHP.100 кВт микротурбинная установка для комбинированного производства тепла и электроэнергии. Техническое описание.: [Электронный ресурс] – Режим доступа к стр.: http://www.micro-turbines.ru/pdf/ta_100.pdf (дата обращения 30.03.2018 г.)

24. Обзор современных конструкций турбодетандерных генераторов.: [Электронный ресурс] – Режим доступа к стр.: <http://stc-mtt.ru/wp-content/uploads/2011/05/0000x.pdf> (дата обращения: 02.04.2018 г.)

25. Каталог УТДУ.: [Электронный ресурс] – Режим доступа к стр.: http://www.turbogaz.com.ua/user_files/utdu_ru.pdf (дата обращения: 20.04.2018 г.)

26. И.А. Керимов, А-В.А. Саидов, Д.К.-С. Батаев, М.В. Дебиев. Экономические аспекты использования детандер-генераторных агрегатов в системе газовых сетей Чеченской республики. Вестник ТГУ, т.17, вып.2, 2012.

27. ГОСТ 30319.2-2015. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости. М.: 2016.

28. ГОСТ 30319.1-2015: Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения. М.: 2016.

29. Боярко, Г. Ю. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: методические указания / Г. Ю. Боярко, О. В. Пожарницкая, В. Б. Романюк и др. – Томск: НИ ТПУ, 2017. – 42 с.

30. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Москва: Изд-во стандартов, 1976. – 3 с.

Сп					Список использованной литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

31. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – Москва: Деан, 2003. – 48 с.

32. Трудовой кодекс Российской Федерации. Официальный текст: текст Кодекса приводится по состоянию на 1 января 2018 г. – Москва: Статус, 2017. – 280 с.

33. ГН 2.2.5.1313 – 03. Предельные допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – Москва: Минздрав России, 2003. – 268 с.

34. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 109 с.

35. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Москва: Минздрав России, 2011. – 20 с.

36. ГОСТ ИЕС 61140-2012. Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 35 с.

37. ГОСТ 12.4.011–89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Москва: Изд-во стандартов, 1990. – 8 с.

38. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. – Москва: Изд-во стандартов, 1978. – 7 с.

39. ГОСТ 17.1.3.13–86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений. – Москва: Изд-во стандартов, 1978. – 3 с.

40. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 11 с.

41. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон от 28.12.2013 №426 – ФЗ // Собрание законодательства. – 2013. – ст. 7.

Сп					Список использованной литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86